Instituto Superior de Engenharia do Porto

Levantamento elétrico e análise de equipamento para acabamento térmico e químico de telas para pneus

Hugo Miguel da Cunha Vieira

VERSÃO FINAL

Dissertação/Relatório de Projeto realizada(o) no âmbito do
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica Sistemas Elétricos de Energia

Orientador: Eng. Fernando Maurício Dias
Co-orientador: Eng. Joaquim Rocha

Setembro 2013

Resumo

Esta dissertação surge da necessidade da empresa Continental - Indústria Têxtil do Ave S.A. – grupo Continental Mabor atualizar os esquemas elétricos de uma máquina para acabamento térmico e químico de telas para pneus. Esta máquina (Zell) é crucial no seu processo produtivo e foi ao longo dos anos sofrendo sucessivas atualizações no sentido de melhorar o seu processo de produção.

Existiam já, esquemas elétricos da máquina realizados em EPLAN no entanto não foram acompanhando as sucessivas alterações sofridas pela mesma. Deste modo, torna-se assim necessário não só produzir um suporte digital desses mesmos esquemas como também proceder à sua atualização.

Ao longo desta dissertação o leitor pode obter informações relativas à Zell e ao processo de análise, estudo e documentação dos seus quadros elétricos em *software* EPLAN Electric P8. São ainda abordadas técnicas de leitura e desenho em EPLAN e descritas algumas das funcionalidade que este permite.

É abordada a base de dados criada com informações relativas à máquina tais como características dos seus motores, variadores de frequência e localização dos quadros elétricos ao longo dos pisos que a compõe.

No âmbito desta dissertação foi redigido o "Manual da Máquina de Impregnar Zell" e neste relatório abordam-se os principais tópicos que o compõe.

Com a atualização dos esquemas tornou-se necessário proceder à identificação de diversos componentes na máquina. Esse processo de identificação é também aqui retratado.

O leitor pode por fim obter informações de como realizar um processo de troca de variadores de frequência da marca ABB de diferentes gamas tendo em consideração as ligações em causa para o fazer.

Pretende-se assim que o leitor fique com uma noção geral das diferentes vertentes que foram abordadas neste trabalho realizado sob a forma de um estágio com duração de seis meses no seio desta indústria.

Abstract

This work arises from the need of the company Continental – Indústria Têxtil do Ave S.A. - Group Continental Mabor update the electrical wiring diagrams of a thermal and chemical finishing machine for tire screens. This machine (Zell) is crucial in the production process and over the years suffered successive updates to improve his own production process.

There are already electrical wiring diagrams from the machine in EPLAN. However they didn't follow the successive changes that have been made on the machine over the years. It's now necessary to produce not only a digital support of that diagrams but also make an update of them.

Throughout this thesis the reader can get information related to Zell and the process of analysis, study and documentation of the electric diagrams in software EPLAN Electric P8. It also covers techniques of reading and drawing in EPLAN and describes some of the functionalities of the program.

It is addressed the database created with information about the machine such as characteristics of the motors, variable frequency converters and location of electrical panels along the floors that compose the machine.

As part of this thesis it was written the "User's Manual of Zell Machine" and this report addresses the main topics that compose it.

With the electrical diagram updates became necessary to identify various components in the machine. This identification process is also treated here.

The reader can finally get information on how to perform a process of exchange an ABB frequency convertor of different ranges taking into account the connections concerned to do so.

The aim is to get the reader with an overview of the different strands that had this work, which was carried out in the form of an internship lasting from six months within this industry.

Agradecimentos

Quero aqui deixar o meu especial agradecimento ao Eng. Joaquim Rocha da Continental – Indústria Têxtil do Ave, SA pela oportunidade que me deu de englobar o seio da empresa e me ter permitido aprofundar os meus conhecimentos concedendo-me sempre que possível o seu apoio e disponibilidade.

Agradeço igualmente ao Eng. José Ricardo e ao futuro Eng. Rafael Castro pela sua orientação.

Ao Eng. Miguel Sá da Cofely quero deixar um especial obrigado pelos bons momentos passados no gabinete, pela sua preocupação e partilha de conhecimento.

A todos os funcionários da ITA um sincero obrigado pois em muitos momentos a sua simpatia e ajuda foram cruciais para o desenvolver deste trabalho.

À equipa de estagiários que partilhou comigo o gabinete deixo um até já agradecendo os excelentes momentos de convívio que foram sendo proporcionados. Foi com eles que tive oportunidade de partilhar vários momentos ao longo destes meses que trouxeram a alegria, motivação e força para a conclusão desta tese.

Ao Eng. Maurício pela sua orientação nesta dissertação e à Engª. Teresa Nogueira por ser uma excelente diretora de mestrado que acredita e deposita confiança nos seus alunos e suas capacidades.

Por último, mas de especial importância, quero agradecer aos meus pais e restante família, que sempre me apoiaram nesta jornada no Instituto Superior de Engenharia do Porto que chega agora ao fim com a apresentação deste trabalho. A eles lhes devo a minha educação e formação. Ficarei para com eles eternamente grato.

Igualmente, e como se de família se tratassem, agradeço aos meus amigos, pelas horas de convívio que muito ajudaram nas alturas de maior *stress* e frustração.

A todos os mencionados, e a outros cujos agradecimentos serão dados pessoalmente, obrigado por tudo.

"Just remember, you can't climb the ladder of success with your hands in your pockets."

Arnold Schwarzenegger

Índice

Resumo iii

Abstract v

Agradecimentos vii

Índice ix

Lista de figuras xi

Lista de tabelas xvi

Abreviaturas e Símbolos xvii

Capítulo 1: Introdução 1
1.1 - Objetivos 1
1.2 - Estrutura do documento 2

Capítulo 2: Continental – Indústria Têxtil do Ave S.A. 3
2.1 - Apresentação da empresa 3
2.2 – Tipos de produto produzidos na ITA 6
2.3 – Descrição do processo produtivo 7

Capítulo 3: Síntese do trabalho realizado e principais dificuldades 11
3.1 – Trabalho realizado 11
3.2 – Principais dificuldades 12

Capítulo 4: Máquina de Impregnar Zell 13
4.1 – Príncipio de funcionamento da Máquina de Impregnar Zell 13
4.1.1 - Zell (Visão geral) 13
4.1.2 - Estufas, queimadores, ventiladores, exaustores e sondas de temperatura 16
4.1.3 - Grupos tratores 18
4.1.4 - Secção de desenrolamento e enrolamento 19
4.1.5 - Acumulador de entrada e de saída 21
4.1.6 - Tinas 22
4.1.7 - Vácuos 22
4.1.8 - *Center guide, Duocanters e Triocanters* 23
4.1.9 - Rolos expansores 25
4.1.10 - Células de carga 25
4.1.11 - Facas 26
4.1.12 - Cordas de emergência 27

4.1.13 - *Linner* 27
4.1.14 - Sistema de arrefecimento dos rolos 28
4.1.15 - Tampas das estufas 29
4.1.16 - Quadro de comando / HMI (*Human Machine Interface*) 30
4.1.17 - Zona de solutos 34

Capítulo 5: Trabalho desenvolvido e as suas etapas 35
5.1 - *Software* EPLAN ELECTRIC P8 35
5.2 – Análise dos quadros elétricos da Zell e desenho em EPLAN 37
5.2.1 - Potência VS Comando 41
5.2.2 - Análise da instalação elétrica e dos respetivos esquemas elétricos 43
5.2.3 - Leitura, desenho e importação dos esquemas elétricos em EPLAN ELECTRIC P8 80
5.3 – Base de dados Zell 87
5.4 – Manual da Máquina de Impregnar Zell 91
5.5 – Levantamento de identificações em falta e sua respetiva identificação 93
5.6 - Montagem de variador de frequência 103

Capítulo 6: Conclusões 110
6.1 – Conclusão 110
6.2 – Trabalhos futuros 110

Referências 113

Lista de figuras

Figura 2.1 – Logotipo da empresa 5

Figura 2.2 - Vista aérea da fábrica [2] 5

Figura 2.3 – Princípios de qualidade da ITA 6

Figura 2.4 – Área de Torcedura 7

Figura 2.5 – Área de Tecelagem 8

Figura 2.6 – Área de Impregnação de tela (Zell – Piso 0) 9

Figura 2.7 – Área de Impregnação de corda (*Single-End*) 10

Figura 4.1 – Desenho esquemático da Zell 14

Figura 4.2 – Vista exterior do edifício Zell 15

Figura 4.3 – Interior da Zell 15

Figura 4.4 – Queimadores e equipamentos associados 16

Figura 4.5 – Motor Ventilador (Esquerda) e Motor Exaustor (Direita) 16

Figura 4.6 – Variador de frequência para controlo de motores 17

Figura 4.7 – Sondas de temperatura das estufas 17

Figura 4.8 – Grupo trator e respetivo motor trator 18

Figura 4.9 – Fornecimento de tecido à secção 19

Figura 4.10 – Secção de desenrolamento 19

Figura 4.11 – *Sewing Machine* 20

Figura 4.12 – Secção de enrolamento 20

Figura 4.13 – Acumulador de entrada 21

Figura 4.14 – Acumulador de saída 21

Figura 4.15 – Tina com tecido a ser impregnado por soluto 22

Figura 4.16 – Vácuo em funcionamento 23
Figura 4.17 – Motor do vácuo 23
Figura 4.18 – *Center guide* 24
Figura 4.19 – *Triocanter* (três roletos) 24
Figura 4.20 – *Duocanter* (dois roletos) 24
Figura 4.21 – Célula de verificação de alinhamento do tecido 25
Figura 4.22 – Rolos expansores (*Mount Hope*) 25
Figura 4.23 – Célula de carga 26
Figura 4.24 – Facas para amaciar o tecido 26
Figura 4.25 – Corda de emergência 27
Figura 4.26 – Zell a trabalhar com *linner* 27
Figura 4.27 – Torre de arrefecimento 28
Figura 4.28 – Esquema do circuito de arrefecimento da Máquina de Impregnar Zell 29
Figura 4.29 – Tampas das estufas 29
Figura 4.30 – Quadro de comando 30
Figura 4.31 – Menu Principal 31
Figura 4.32 – Exemplo de Menu de Controlo das Estufas 32
Figura 4.33 – Exemplo de Menu de Controlo de Temperatura no Interior das Estufas 33
Figura 4.34 – Botões quadro de comando 33
Figura 4.35 – Zona de solutos 34
Figura 4.36 – SCADA zona de solutos 34
Figura 5.1 – Logotipo EPLAN ELECTRIC P8 36
Figura 5.2 – Interface EPLAN ELECTRIC P8 36
Figura 5.3 – Desenhos antigos da Zell (exemplo) 38
Figura 5.4 – Desenhos antigos da Zell (exemplo) 38
Figura 5.5 – Desenhos antigos da Zell (exemplo) 39
Figura 5.6 – Desenhos antigos da Zell (exemplo) 39
Figura 5.7 – Autómato programável (PLC) [7] 41
Figura 5.8 – Contatos auxiliares 43
Figura 5.9 – Quadro K9 (*Update* secção de enrolamento Zell) 44

Figura 5.10 – Quadro P1 ... 47

Figura 5.11 – Exemplo da alimentação de um motor trator (EPLAN) ... 48

Figura 5.12 – Acréscimo de ventilação no quadro P1 (EPLAN) ... 48

Figura 5.13 – Quadro P2 ... 49

Figura 5.14 – Interruptor ABB (ligação de emergência exaustores) ... 53

Figura 5.15 – Parte do esquema de ligação dos ventiladores de cima e de baixo (cabos atualizados) ... 54

Figura 5.16 – Parte do esquema de ligação dos exaustores modo normal (cabos atualizados) ... 54

Figura 5.17 – Parte do esquema de ligação dos exaustores modo emergência (cabos atualizados e acréscimo de interruptor) ... 55

Figura 5.18 – Quadro P3/1 ... 56

Figura 5.19 – *Flaps* ... 57

Figura 5.20 – Ligações nos variadores de frequência: ABB ACS 600 (esquerda) e ABB ACS 550 (direita); 1 – Controlo; 2 – Entrada de potência; 3 – Saída de potência ... 57

Figura 5.21 – Esquema EPLAN com exemplo de ligações dos variadores ... 58

Figura 5.22 – Esquema EPLAN com exemplo de ligações dos variadores ... 58

Figura 5.23 – Fim-de-curso Telemecanique XCS [9] ... 59

Figura 5.24 – Exemplo de ligações fins-de-curso dos ventiladores e exaustores (EPLAN) ... 60

Figura 5.25 – Ligações fins de curso vácuos 1.1/1.2 e motores da estufa 1 (EPLAN) ... 61

Figura 5.26 – Exemplo de ligações unidade de chama (EPLAN) ... 62

Figura 5.27 – Exemplo de ligações servo motor (EPLAN) ... 62

Figura 5.28 – Exemplo de ligações pressostatos, e termostatos associados aos queimadores (EPLAN) ... 63

Figura 5.29 – Exemplo de ligações das células de carga (EPLAN) ... 63

Figura 5.30 – PT 100 para controlo de temperatura no interior das estufas (EPLAN) ... 64

Figura 5.31 – Quadro P3/2 ... 64

Figura 5.32 – Quadro P4 ... 65

Figura 5.33 – Alguns exemplos das ligações dos botões presentes no quadro de comando (EPLAN) ... 66

Figura 5.34 – Ligações de controlo de motores tratores (EPLAN) ... 66

Figura 5.35 – Esquema do quadro P5/1 (amplificador de célula de carga) já colocado no esquema do quadro P4 ... 67

Figura 5.36 – Quadro P5 67

Figura 5.37 – Quadro P6 68

Figura 5.38 – Exemplo de parte do esquema de controlo das facas e de ativação do sistema de lubrificação (EPLAN) 68

Figura 5.39 – Quadro *Benninger* (ampliação da Zell) 69

Figura 5.40 – Configuração do quadro *Benninger* (EPLAN) 71

Figura 5.41 – Configuração do quadro *Benninger* (EPLAN) 71

Figura 5.42 – Alimentação trifásica de motores (EPLAN) 72

Figura 5.43 – Distribuição de 24 V (EPLAN) 73

Figura 5.44 – Alimentação dos motores dos dois queimadores da estufa 1 (EPLAN) 73

Figura 5.45 – Controlo do queimador da estufa 1 (EPLAN) 74

Figura 5.46 – Ligações de controlo do variador de frequência do exaustor da estufa 1 (EPLAN) 74

Figura 5.47 – Controlo do ângulo das facas *inputs* digitais (EPLAN) 75

Figura 5.48 – Controlo das PT100 da estufa 1 *inputs* analógicos (EPLAN) 75

Figura 5.49 – Quadro P25 (pormenor do reóstato à esquerda e amplificadores à direita) 77

Figura 5.50 – Quadro P25 com reóstato e respetivas ligações em ênfase – novo amplificador (EPLAN) 77

Figura 5.51 – Quadro P25 – amplificador antigo (EPLAN) 78

Figura 5.52 – Sinal de controlo para o quadro P25 (EPLAN): Esquerda - novo amplificador (cabo e sinal inutilizados); Direita - amplificador inicial (cabo e sinal continuam a ser utilizados) 78

Figura 5.53 – Quadro *Dipstation* 79

Figura 5.54 – Quadro *Center guide* 79

Figura 5.55 – Quadro *Over temperature* 79

Figura 5.56 – Ler esquemas EPLAN 81

Figura 5.57 – Ler esquemas EPLAN 82

Figura 5.58 – Ler esquemas EPLAN 83

Figura 5.59 – Página de rosto (frontispício) 84

Figura 5.60 – Layer 84

Figura 5.61 – *Table of contents* 85

Figura 5.62 – Importação de dados EPLAN 5 e EPLAN 21 86

Figura 5.63 – Desenho EPLAN antigo 87

Figura 5.64 – Desenho EPLAN atualizado 87

Figura 5.65 – Imagens retiradas do “Manual da Máquina de Impregnar Zell” 93

Figura 5.66 – Especificações das etiquetas: fundo, letra, tamanho, tipo de material (ficheiro enviado para a Quadrimar) 97

Figura 5.67 – Identificação de quadros elétricos e de equipamentos presentes no seu interior 99

Figura 5.68 – Identificação de motores tratores e motores dos vácuos 99

Figura 5.69 – Identificação de variadores de frequência; cablagens (mal identificadas ou em falta); fins-de-curso 100

Figura 5.70 – Identificação de quadros elétricos 100

Figura 5.71 – Identificação de equipamentos e cablagens no interior dos quadros elétricos . 101

Figura 5.72 – Identificação de motores tratores 101

Figura 5.73 – Identificação de motores dos vácuos 101

Figura 5.74 – Identificação de variadores de frequência dos ventiladores e exaustores 102

Figura 5.75 – Identificação de cablagens dos ventiladores, exaustores e respetivos fins-de-curso 102

Figura 5.76 – Pormenor da identificação das ligações de potência (normal e emergência) dos motores exaustores 102

Figura 5.77 – Pormenor da identificação dos fins-de-curso e respetiva cablagem 103

Figura 5.78 – Pormenor da identificação de cablagens de ligação aos variadores de frequência (cabo de alimentação/potência e cabo de fim-de-curso) 103

Figura 5.79 – Exemplo Manual ABB ACS 550 ligações de potência [12] 104

Figura 5.80 – Exemplo Manual ABB ACS 550 ligações de controlo [12] 104

Figura 5.81 – Ligações de controlo ABB ACS 501/550 em EPLAN 105

Figura 5.82 – Ligações de controlo ABB ACS 600/800 em EPLAN 105

Figura 5.83 – Transferência de ligações entre ABB ACS 550 e ACS 600 em EPLAN 106

Figura 5.84 – ABB ACS 600 (antigo) e ABB ACS 550 (novo) 106

Figura 5.85 – Cabos de controlo e potência antes de se efetuar as ligações 107

Figura 5.86 – ABB ACS 550 ligações finais 107

Figura 5.87 – Página EPLAN do esquema elétrico da zona a realizar o corte de energia 108

Lista de tabelas

Tabela 2.1 — Identificação da instalação [1] 5

Tabela 2.2 — Caracterização dos diferentes produtos da ITA 6

Tabela 5.1 — Alteração da numeração dos cabos de ligação normal e de emergência dos motores dos ventiladores e exaustores (a vermelho) 51

Tabela 5.2 — Distribuição dos quadros da Zell por piso 88

Tabela 5.3 — Características dos variadores de frequência, motores dos ventiladores e exaustores das estufas 89

Tabela 5.4 — Características dos variadores de frequência, motores dos vácuos, motores tratores e queimadores 90

Tabela 5.5 — Ligações fins-de-curso 91

Tabela 5.6 — Resumo dos tipos de identificações a adquirir 94

Tabela 5.7 — Identificação das cablagens de ligação dos ventiladores e exaustores (ligação normal e de emergência) 94

Tabela 5.8 — Identificação das cablagens de ligação dos fins de curso e dos próprios fins de curso dos ventiladores e exaustores 95

Tabela 5.9 — Identificação das cablagens de ligação dos fins de curso e dos próprios fins de curso dos motores dos vácuos.. 95

Tabela 5.10 — Identificações a adquirir para numeração dos quadros elétricos 95

Tabela 5.11 — Identificação dos variadores de frequência dos ventiladores e exaustores; motores dos vácuos; motores tratores e equipamento no interior dos quadros elétricos 96

Tabela 5.12 — Características das identificações.. 97

Tabela 5.13 — Listagem de identificações: suas características e quantidades (ficheiro enviado para a Quadrimar) 98

Abreviaturas e Símbolos

Lista de abreviaturas

CPU	Central Processing Unit
HMI	Human Machine Interface
IEC	International Electrotechnical Commission
ITA	Indústria Têxtil do Ave
kW	Kilowatt
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition

Capítulo 1

Introdução

Este trabalho surge da necessidade da empresa Indústria Têxtil do Ave – grupo Continental Mabor, situada em Lousado atualizar os esquemas elétricos de uma máquina de acabamento de telas para pneus. Esta máquina a "Zell" é também apelidada de "Coração da ITA" pois todo o processo produtivo da fábrica nela termina conferindo-lhe elevada importância. É uma máquina complexa, de grande dimensão (36 metros de altura) com cerca de 20 anos de funcionamento e devido a esses factos sofreu ao longo dos anos variadas alterações nomeadamente na sua parte elétrica por forma a melhorar, automatizar e simplificar a sua utilização.

Existem já esquemas dos quadros elétricos da máquina no entanto a empresa pretende atualizá-los, incorporando todas as modificações efetuadas e construir um manual de apoio ao utilizador.

1.1 - Objetivos

Os principais objetivos deste trabalho estão sintetizados nas linhas seguintes:

- Levantamento do estado atual da máquina, identificando anomalias existentes;
- Estudo aprofundado do equipamento acompanhado de um estudo de soluções técnicas a adotar;
- Desenhar os esquemas elétricos da máquina, utilizando o *software* Eplan Elétrico;
- Propor soluções de otimização da automação e do interface homem-máquina;
- Elaboração de manual de utilização do equipamento.

1.2 - Estrutura do documento

Este relatório é composto por seis capítulos.

O capítulo um é introdutório e onde se aborda o tema desta tese. Relativamente aos restantes:

No capítulo dois faz-se uma apresentação da empresa onde o estágio decorreu para que o trabalho seja enquadrado na realidade onde foi executado. Aborda-se também a história da empresa os produtos produzidos na fábrica e o seu complexo processo produtivo.

No capítulo três é feita uma síntese do trabalho desenvolvido e das principais dificuldades sentidas.

No capítulo quatro aborda-se a máquina de impregnar Zell, a sua função, modo de funcionamento, principais características e particularidades da máquina. Uma vez que o trabalho se desenvolveu no seio desta torna-se importante entende-la em primeiro lugar.

No capítulo cinco é desenvolvido todo o trabalho realizado no âmbito desta dissertação. Apresenta-se o programa EPLAN P8 com o qual se trabalhou para produzir os esquemas elétricos. Faz-se uma análise da instalação elétrica e dos respetivos quadros elétricos. Apontam-se as particularidades da leitura e desenho dos esquemas em EPLAN. Explica-se a base de dados criada e aborda-se o “Manual da Máquina de Impregnar Zell” que se produziu também no âmbito da dissertação. Explica-se o processo de levantamento das identificações em falta e a sua respetiva identificação apresentando imagens do antes e depois. Por fim, menciona-se ainda um trabalho realizado durante a permanência na empresa correspondente à troca de um variador de frequência ABB ACS 600 por um ABB ACS 550.

No capítulo seis retiram-se as conclusões do trabalho desenvolvido.

Capítulo 2

Continental – Indústria Têxtil do Ave S.A.

Neste capítulo irá ser feita uma breve apresentação à empresa onde este trabalho teve lugar para que o leitor possa enquadrar o trabalho realizado na realidade onde este foi executado.

Irá falar-se um pouco da história da ITA, das mudanças que esta indústria sofreu ao longo dos anos, dos produtos produzidos na fábrica passando ainda por uma breve explicação do seu complexo processo produtivo.

2.1 - Apresentação da empresa

A Indústria Têxtil do Ave, ITA, foi fundada oficialmente a 16 de Dezembro de 1948 no cartório notarial de Santo Tirso. Iniciou a sua atividade à data de 4 de Agosto de 1950, com a entrada em funcionamento do primeiro torcedor de fio, e a 20 de Agosto desse ano entregou à Manufatura Nacional de Borracha, Mabor, as primeiras amostras de cordas para pneus. Nesta fase inicial a ITA, denominada na altura por INTEX, abrangia uma área coberta de 12.000 m^2, e produzia telas de algodão para fabrico de pneus.

Em 1951 devido à especificidade técnica dos fios requeridos na produção de "*Cord fabric*", os quais eram praticamente impossíveis de encontrar no mercado, a ITA decidiu instalar uma secção de fiação. E em 1952 é exportado o primeiro "*Cord fabric*".

Em 1958 a principal matéria-prima na construção de pneus deixa de ser o algodão e passa a ser utilizado o *rayon* de alta tenacidade, isto impôs à INTEX a primeira grande mudança tecnológica e de processos, à qual respondeu rapidamente. A mudança implicava um acabamento final nos tecidos de *rayon* (*dip and dry*), para garantir a adesão dos compostos de borracha no tecido. Este acabamento foi inicialmente feito na INTEX com recurso a um equipamento - KIDDE.

Em 1962/1963 eram impostas novas mudanças na matéria-prima, com base em produtos de síntese nomeadamente a poliamida (*nylon*) de alta tenacidade, como base dos tecidos de reforço para a construção de pneus. Novamente a INTEX viu-se obrigada a alterar as técnicas de fabrico ao nível da torcedura e tecelagem, esta mudança decorreu em 3 fases, sendo a última fase a completação do esquema, Torcedura/Tecelagem/Acabamentos.

Na década de 70/80 a ITA levou a cabo um ambicioso projeto de inovação tecnológica e aumento da capacidade produtiva da fábrica, que envolveu, entre outras medidas, a renovação da secção de torcedura e instalação de uma segunda máquina de impregnar. No seguimento dos investimentos efetuados, a capacidade produtiva da empresa atingiu, em 1982, as 350 ton/mês. Em Setembro de 1987 foi encerrada a área de fiação e tecelagem de algodão pois esta deixou de ser utilizada na indústria dos pneus.

Ainda em 1987, na sequência dos maus resultados da General Tire, a Continental AG, comprou essa empresa e passou por esse motivo a integrar o CA da INTEX. E em 1988, o Banco Borges & Irmão vendeu ao Grupo Amorim a sua participação na INTEX, passando a partir desse momento a ser designada ITA. Na sequência destas alterações acionistas e fortemente influenciados pela Continental AG credibilizou junto do Grupo Amorim projetos de investimento e a possibilidade de um forte incremento de encomendas por parte do grupo.

Os passos seguintes foram dados no sentido de obter a certificação do Sistema de Gestão da Qualidade e do Sistema de Gestão Ambiental, e em 1993 a ITA foi uma das primeiras empresas têxteis a nível nacional a obter a certificação segundo os requisitos da norma ISO9002 e, em 1998 a segunda empresa portuguesa a ser certificada pela APCER segundo a norma ISO14001.

No final da década de 90 início do século XXI iniciou-se um novo ciclo de investimento, com vista à modernização das áreas de torcedura tecelagem e impregnação, que aumentou significativamente a capacidade de produção para 14.000 ton./ano. Este ciclo completou-se com a construção de um laboratório de investigação e desenvolvimento de uma linha de impregnação de corda, sendo esta última completa em 2008. Ao todo a ITA possui cerca de 14 teares, 29 torcedores e 2 máquinas de impregnar (corda e tela).

Atualmente a Indústria Têxtil do Ave, S.A., tem uma área total de 52.329 m^2 dos quais 30.153 m^2 são de área coberta, tem 152 colaboradores permanentes e tem uma produção de 14.000 ton/ano de “tecidos” e “corda” para pneus, usando como matérias-primas o *rayon*, *nylon*, *polyester*, e aramida. [1]

No quadro seguinte está resumida a identificação da empresa e outras informações úteis, tais como o endereço postal completo, números de telefone, CAE e respetiva designação, etc.

Tabela 2.1 — Identificação da instalação [1]

Nome da empresa:	Indústria Têxtil do Ave, S.A.
Endereço postal completo:	R. Vareador António José da Costa Nº 200 apartado 5001 476-906 EC Lousado - Portugal
Telefone:	+351 252 499 786
Fax:	+351 252 499 771
Data de arranque:	1950
Número de trabalhadores:	152
Período de funcionamento:	Salões: 24h/dia Administrativos: horário diurno (8h/dia)
C.A.E e designação:	17250 – Fio e tecidos industriais

Figura 2.1 – Logotipo da empresa

Na imagem abaixo é possível visualizar a vista aérea da fábrica onde se destaca a localização do edifício da máquina Zell.

Figura 2.2 - Vista aérea da fábrica [2]

2.2 – Tipos de produto produzidos na ITA

Na instalação da ITA produzem-se seis tipos de produtos (telas e cordas sintéticas para pneus) que diferem não só na sua composição como também no seu processo produtivo. As diversas designações são apresentadas no quadro seguinte.

Tabela 2.2 — Caracterização dos diferentes produtos da ITA

Designação do produto
Cord-fabric impregnado de Nylon
Cord-fabric impregnado de Poliester
Cord-fabric impregnado de Rayon
Impregnação de cord-fabric de Poliester
Impregnação de cord-fabric de Rayon
Corda impregnada de Nylon

Os seis produtos apresentados diferenciam-se essencialmente em termos de matéria-prima utilizada, *Nylon*, Poliéster e *Rayon*. Os três primeiros produtos são totalmente produzidos na ITA ao passo que os restantes, apenas sofrem a operação de impregnação mas que são produzidos fora da ITA. [1]

A qualidade dos produtos produzidos é imprescindível uma vez que garantem a segurança dos condutores.

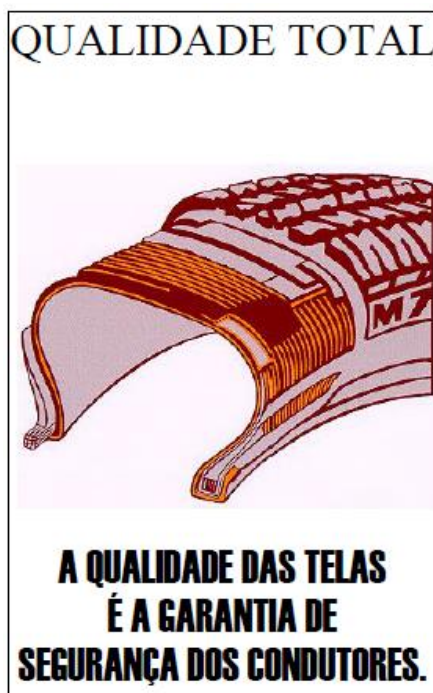



Figura 2.3 – Princípios de qualidade da ITA

2.3 – Descrição do processo produtivo

A Indústria Têxtil do Ave, S.A. produz telas e cordas sintéticas para pneus usando como principais matérias-primas *rayon*, *nylon* e *polyester*. Estes tecidos designados por "*Cord fabric*" constituem o principal material de reforço dos pneus e, como tal, a sua qualidade assume particular importância na satisfação das condições de segurança requeridas para a estabilidade da direção e condução de alta velocidade, para além de condicionar a resistência à fadiga e ao desgaste dos pneus.

O processo inicia-se com a produção de cordas através da torção de fio ("matéria-prima") com objetivo de aumentar a resistência do material ao desgaste por fricção. As bobines de fio são colocadas em torcedores (fig. 2.4) capazes de torcer 2 ou mais fios por corda.

A corda produzida possui um peso superior ao do fio para um mesmo comprimento de corda e fio (devido ao entrelaçamento da corda). A esta propriedade designa-se especificamente de *decitex* (peso por cada 10.000 metros).

Figura 2.4 – Área de Torcedura

A seguir à torção, as bobines de corda, depois de um período de estabilização, passam para a secção de tecelagem (fig. 2.5). Aqui, as bobines são alinhadas em série e em paralelo e a corda de cada bobine é presa ao tear.

Nos teares a tela produzida é envolta sobre si formando um rolo. Para a produção de um rolo são necessárias 1.100 a 2.600 cordas, consoante o artigo. Para que as cordas fiquem alinhadas a uma distância igual umas das outras, de forma a criar a tela, usa-se um fio de algodão transversalmente às cordas. No caso do produto "Corda impregnada de *Nylon*", este não passa por esta fase (tecelagem).

O produto que sai da tecelagem designa-se por "tecido verde" (designação dada ao produto antes de ser impregnado).

Figura 2.5 – Área de Tecelagem

Os produtos em "verde" seguem então para a última etapa de produção designada de impregnação. Esta divide-se em duas secções: a impregnação de tela e a impregnação de corda. A impregnação dos componentes têxteis tem como objetivo conferir adesão dos componentes à borracha (através de uma solução de impregnação) e ainda conferir estabilidade dimensional através de tratamento térmico (estufas).

A secção de impregnação de tela (fig. 2.6) consiste numa máquina com 7 estufas, 5 grupos tratores, 2 tinas com solução e 2 acumuladores. Devido às grandes dimensões das estufas, a máquina divide-se em 7 pisos. O artigo em "verde" passa pelo acumulador de entrada, pelo primeiro grupo trator e pela primeira tina com solução de ativação. A solução contida na primeira tina permite a ativação do tecido "verde". A tela entra de seguida na primeira estufa passando ainda pela segunda. Depois passa pelo segundo grupo trator entrando agora na terceira e quarta estufa. Na saída da quarta estufa passa pelo terceiro grupo trator e pela segunda tina que contém a solução de impregnação. Em seguida entra na quinta estufa percorrendo até à sétima e última estufa. Na saída a tela passa por mais dois grupos tratores e pelo acumulador de saída. Os acumuladores permitem que esta máquina trabalhe em contínuo. As estufas da máquina Zell operam a uma temperatura entre 150 ºC e 250 ºC.

Figura 2.6 – Área de Impregnação de tela (Zell – Piso 0)

A secção de impregnação de corda (fig. 2.7) é constituída por 2 máquinas funcionando em conjunto, *Sahm e Benninger*. A primeira é uma máquina com a função de suportar as bobines de corda fornecida pela *Benninger*. Nesta é onde se dá a impregnação propriamente dita e é constituída por 4 estufas, sobrepostas umas nas outras, pelas tinas que contêm a solução de impregnação e pelos grupos tratores. Estes têm a função de dar uma ligeira deformação por alongamento ou encolhimento à corda para que obtenha características específicas, essenciais ao bom funcionamento do pneu. A corda em “verde” passa por um primeiro grupo trator antes de ser mergulhada numa primeira tina de solução. Segue então para o segundo grupo trator e entra na primeira estufa. Segue depois para a segunda estufa e entra na segunda tina de solução para depois entrar nas estufas 3 e 4. Esta máquina permite impregnar 100 cordas em conjunto. Ao fim de 40.000 m de impregnação procede-se à substituição das bobines na máquina *Sahm*, impossibilitando assim que a impregnação de corda seja um processo contínuo.

Figura 2.7 – Área de Impregnação de corda (*Single-End*)

Em suma, a produção de tela e corda para pneus é um processo que envolve 3 etapas principais denominadas de torção, tecelagem e impregnação. A tela e a corda impregnada seguem então para a fábrica de pneus onde sofrem a calandragem sendo de seguida incorporadas no pneu. [1] [3]

Capítulo 3

Síntese do trabalho realizado e principais dificuldades

Neste capítulo pretende-se efetuar uma síntese do trabalho realizado na ITA, que será descrito em pormenor no capítulo cinco, assim como enumerar algumas das dificuldades sentidas.

3.1 – Trabalho realizado

O trabalho realizado na ITA pode ser resumido pelos seguintes tópicos:

- Análise e compreensão do processo produtivo da fábrica
- Aprendizagem do *software* EPLAN ELECTRIC P8
- Análise do funcionamento da máquina Zell e seu objetivo
- Aquisição de desenhos antigos dos quadros elétricos em papel para análise das modificações realizadas ao longo do tempo
- Identificação dos equipamentos da máquina e análise dos respetivos quadros elétricos
- Contacto com empresas que realizaram os desenhos para obtenção de formatos digitais que permitissem o acelerar do trabalho
- Desenho dos esquemas elétricos dos principais quadros da Zell em EPLAN com as devidas alterações/atualizações
- Criação de pequena base de dados em *Excell* com características dos diversos equipamentos e sua localização para que seja possível no futuro a sua fácil identificação
- Criação do “Manual da Máquina de Impregnar Zell”

- Levantamento das identificações em falta em quadros e equipamentos
- Identificação de acordo com os desenhos e numerações finais de:
    - Quadros elétricos da máquina de impregnar Zell
    - Cabos
    - Equipamentos presentes nos quadros elétricos
    - Variadores de frequência, motores tratores, vácuos e fins de curso
- Montagem de variador de frequência

3.2 – Principais dificuldades

As principais dificuldades sentidas durante o trabalho foram as seguintes:

- Aprendizagem de *software* EPLAN ELECTRIC P8 (primeiro contacto)
- Dimensão da máquina, número elevado de quadros e equipamentos
- Identificação e localização dos equipamentos através da leitura dos esquemas elétricos
- Falta de identificações de acordo com os desenhos
- Organização da informação no sentido de apurar as modificações realizadas nos quadros ao longo do tempo
- Conversão de desenhos em formatos digitais antigos para a versão atual do EPLAN
- Paragem da máquina apenas uma vez por semana e num curto espaço de tempo que limita as verificações de continuidade das ligações
- Processos de produção e operação complexos de entender e documentar no manual

Capítulo 4

Máquina de Impregnar Zell

Inicialmente foi necessário entender todo o processo produtivo da ITA que como foi referido anteriormente, no capítulo de apresentação da empresa, consiste em três fases distintas: Torcedura, Tecelagem e Impregnação.

É portanto necessário, antes de mais, enquadrar este trabalho numa das fases desse processo.

O trabalho realizado teve lugar na máquina de impregnar (tela) Zell que entra na última fase (Impregnação) sendo esta máquina uma base fundamental no processo produtivo da ITA pois em caso de falha os custos da paragem de produção são elevados.

Seguidamente irá ser feita uma abordagem a esta máquina de elevada complexidade e dimensão para que se possa entender o seu propósito e suas características gerais.

4.1 – Princípio de funcionamento da Máquina de Impregnar Zell

Todo o trabalho realizado incidiu sobre a máquina Zell. Como esta é uma máquina complexa com zonas distintas de atuação e diversos tipos de equipamento irá ser feita uma breve descrição que pretende focar os seus pontos essenciais. Informações mais detalhadas sobre a máquina e seu funcionamento encontram-se no “Manual da Máquina de Impregnar Zell”. Este manual foi realizado no âmbito desta dissertação e é abordado mais a frente no ponto 5.4 deste relatório.

4.1.1 - Zell (Visão geral)

A secção de impregnação de tela consiste numa máquina com 7 estufas, 5 grupos tratores, 2 tinas com solução e 2 acumuladores. Devido às grandes dimensões das estufas, a

máquina divide-se em 7 pisos. O artigo em “verde” (por impregnar) passa pelo acumulador de entrada, pelo primeiro grupo trator e pela primeira tina com solução de ativação. A solução contida na primeira tina permite a ativação do tecido “verde”. A tela entra de seguida na primeira estufa passando ainda pela segunda. Depois passa pelo segundo grupo trator entrando agora na terceira e quarta estufa. Na saída da quarta estufa passa pelo terceiro grupo trator e pela segunda tina que contém a solução de impregnação. Em seguida entra na quinta estufa percorrendo até à sétima e última estufa. Na saída a tela passa por mais dois grupos tratores e pelo acumulador de saída. Os acumuladores permitem que esta máquina trabalhe em contínuo. As estufas da máquina Zell operam a uma temperatura entre 150 °C e 250 °C. Na figura abaixo pode-se visualizar um esquema da máquina Zell onde é possível identificar diferentes zonas da mesma e seguir o tecido desde o início do processo (desenrolamento) até ao seu final (enrolamento).

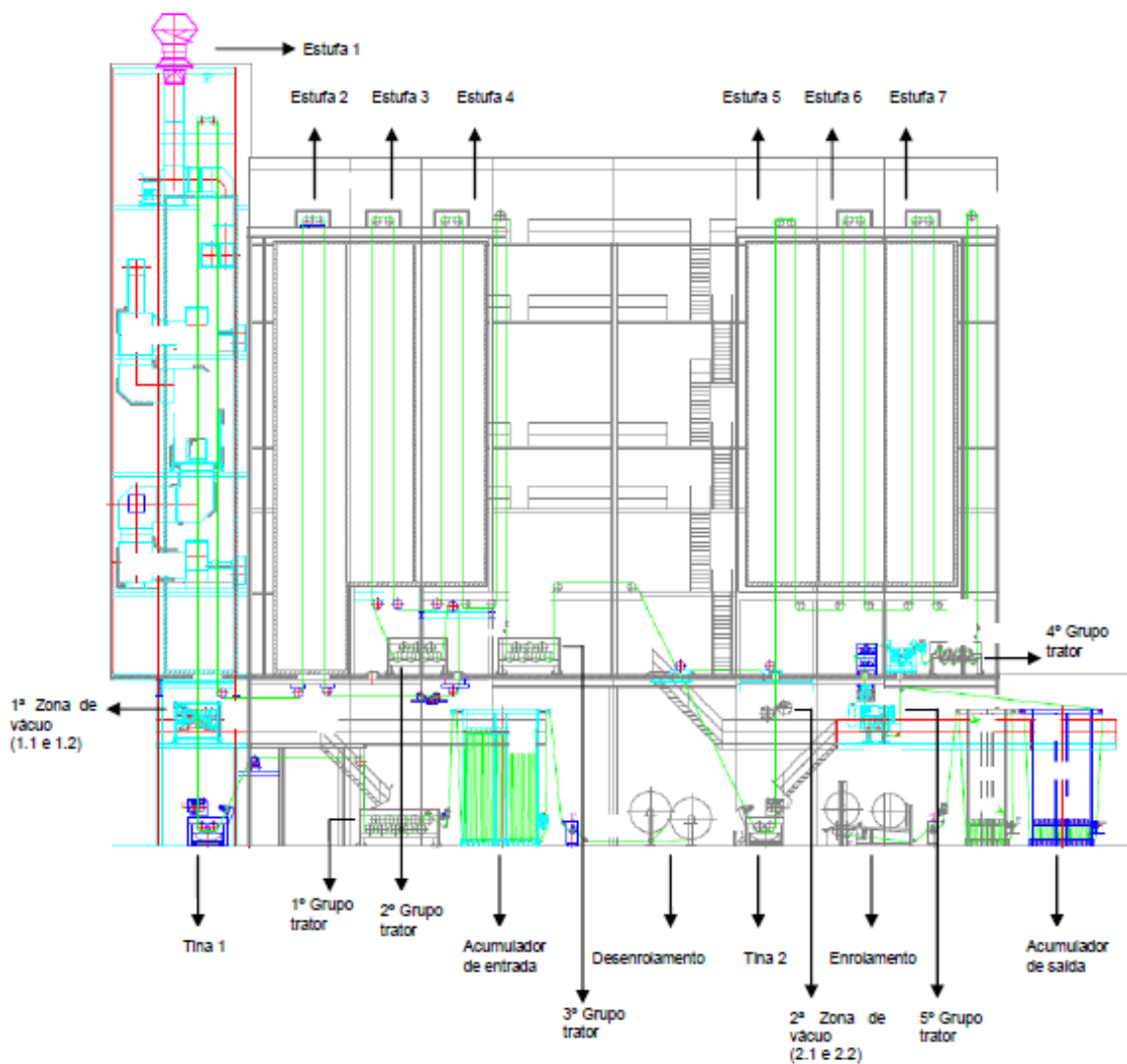



Figura 4.1 – Desenho esquemático da Zell

Nas figuras seguintes são apresentadas imagens do edifício da Zell (exterior e interior) para que seja percetível a dimensão da máquina.

Figura 4.2 – Vista exterior do edifício Zell

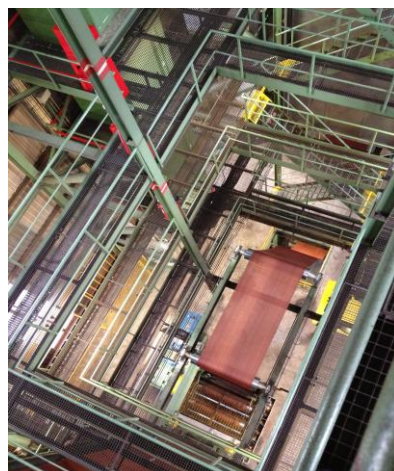
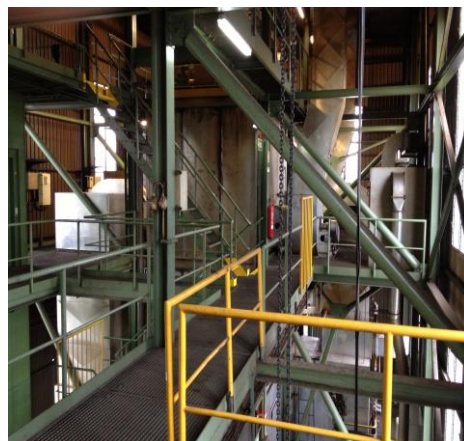
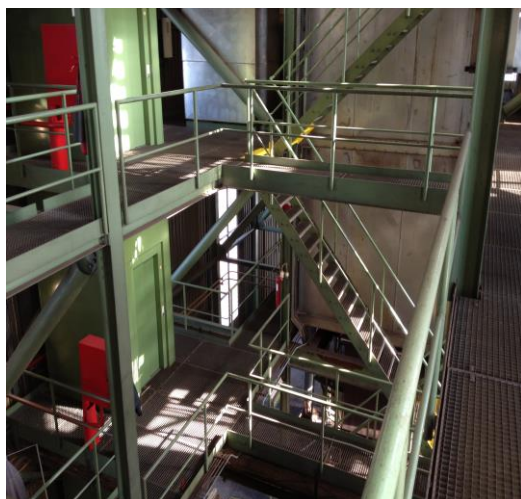



Figura 4.3 – Interior da Zell

4.1.2 - Estufas, queimadores, ventiladores, exaustores e sondas de temperatura

A Zell é constituída por 7 estufas. A estufa 1 possui dois queimadores e as restantes um queimador (fig. 4.4). Estes têm como objetivo queimar o gás que lhes é fornecido e libertar o calor necessário para criar as condições de temperatura desejadas no interior das estufas.

Figura 4.4 – Queimadores e equipamentos associados

O ar é assim aquecido na câmara de combustão e posto a circular pelos ventiladores que o lançam através das JET BOX's.

Cada estufa tem dois ventiladores (ventilador de cima e ventilador de baixo) que insuflam o ar dentro destas de forma a homogeneizar a temperatura no seu interior. Possuem ainda um exaustor que tem dois modos de funcionamento. Modo normal para extrair o ar de dentro das estufas de forma controlada e modo de emergência para extrair em caso de falha/avaria ou acionamento das cordas de emergência o ar de dentro das estufas de forma rápida. Um exemplo dos motores ventiladores e exaustores encontra-se na fig. 4.5.

Figura 4.5 – Motor Ventilador (Esquerda) e Motor Exaustor (Direita)

Todos os ventiladores e exaustores são controlados por variadores de frequência (fig. 4.6) que permitem economizar energia e equilibrar as temperaturas nos diversos pontos das estufas.

Figura 4.6 – Variador de frequência para controlo de motores

As estufas possuem ainda diversas sondas de temperatura (PT100 – fig. 4.7) espalhadas em vários pontos sendo uma delas uma sonda de controlo (TIC). Esta deverá no computador de controlo indicar a mesma temperatura que o utilizador pré-definiu. Todas as restantes servem para dar a indicação da temperatura em vários pontos das estufas e verificar o estado da homogeneização da temperatura ao longo das mesmas.

Figura 4.7 – Sondas de temperatura das estufas

4.1.3 - Grupos tratores

Uma das partes mais importantes no processo de impregnação consiste no controlo das tensões do tecido para que este não rompa ou para que se mantenha nas condições específicas para o tipo de artigo que está a ser tratado.

A velocidade de cada grupo trator (fig. 4.8) é comandada automaticamente pela máquina em função do alongamento ou tensão pretendidos para o tecido.

A máquina é composta por três zonas de estiragem:

- 1.ª ZONA (Zona 2): Entre o primeiro e o segundo grupo trator.
- 2.ª ZONA (Zona 3): Entre o segundo e o terceiro grupo trator.
- 3.ª ZONA (Zona 4): Entre o terceiro e o quarto grupo trator. Esta zona também pode ser designada como zona de *normalizing* porque aqui se podem usar condições para normalizar (ou fixar ou dar estabilidade) ao tecido (ou à corda).

Nas zonas 2,3 e 4 pode-se optar por trabalhar o tecido em alongamento ou em tensão.

Figura 4.8 - Grupo trator e respetivo motor trator

4.1.4 - Secção de desenrolamento e enrolamento

Primeiramente o tecido é recebido na secção de impregnação como se mostra na figura abaixo.

Figura 4.9 – Fornecimento de tecido à secção

O desenrolamento (fig. 4.10) é o primeiro processo da Zell onde o tecido verde ou rolo por impregnar é desenrolado no suporte para rolos para dar entrada na máquina. Existem dois suportes para rolos para que quando um dos rolos tiver terminado o seu desenrolamento outro esteja já preparado para dar início a novo processo.

Figura 4.10 – Secção de desenrolamento

Quando se dá a troca de rolos é utilizada a máquina de costura "*Sewing Machine*" (fig 4.11) que realiza a emenda dos rolos. Este processo deve ser feito rapidamente e no tempo limite que o acumulador de entrada permite para que não existam paragens.

De salientar que uma paragem em funcionamento irá causar a danificação do tecido que estiver a “passar” na máquina pois, por exemplo, o tecido que estiver no interior das estufas irá ficar exposto a temperaturas elevadas durante um maior espaço de tempo.

Figura 4.11 – *Sewing Machine*

O processo de enrolamento (fig 4.12) é o último processo da Zell. O tecido que é debitado enrola na caneleira para ser posteriormente embalado e enviado para o cliente.

Figura 4.12 – Secção de enrolamento

4.1.5 - Acumulador de entrada e de saída

O acumulador de entrada (fig. 4.13) acumula tecido para alimentar a máquina enquanto se emenda novo rolo.

Possui dois rolos expansores para alargar o tecido e evitar dobras.

Depois da emenda feita, ligando o 1º rolo trator, o acumulador repõe o stock para nova emenda, fazendo subir de novo os rolos "flutuantes".

O acumulador pode trabalhar em baixo (não tendo assim tecido para alimentar a máquina numa possível paragem do 1º rolo trator).

Figura 4.13 – Acumulador de entrada

Por sua vez, o acumulador de saída (fig. 4.14) tem como função acumular tecido de forma a permitir aos operários retirar o rolo final (já enrolado na caneleira) sem que seja necessário parar a máquina.

Figura 4.14 – Acumulador de saída

4.1.6 - Tinas

A máquina possui duas tinas que se enchem de soluto para impregnar o tecido quando este por elas passa. A segunda tina nem sempre é utilizada dependendo esse facto do tipo de tecido a impregna.

Por cima da tina, existe um exaustor para eliminar os cheiros do soluto.

O tecido a ser impregnado por soluto na tina pode ser visualizado na figura abaixo.

Figura 4.15 – Tina com tecido a ser impregnado por soluto

4.1.7 - Vácuos

Cada zona de vácuo possui dois vácuos. Normalmente funciona um vácuo, estando o outro de prevenção para o substituir em caso de avaria ou entupimento.

A pressão do vácuo é comandada no quadro de comando e tem por finalidade retirar o soluto que o tecido leva em excesso, para que leve a percentagem de soluto que o cliente pretende.

Nas duas figuras abaixo pode-se visualizar um vácuo em funcionamento e o seu respetivo motor.

Figura 4.16 – Vácuo em funcionamento

Figura 4.17 – Motor do vácuo

4.1.8 - *Center guide, Duocanters e Triocanters*

Este tipo de equipamentos tem como função alinhar/centrar o tecido ao longo da máquina (ver figuras 4.18 a 4.21).

Figura 4.18 – *Center guide*

Figura 4.19 – *Triocanter* (três roletos)

Figura 4.20 – *Duocanter* (dois roletos)

Figura 4.21 – Célula de verificação de alinhamento do tecido

4.1.9 - Rolos expansores

Estes rolos tipo “banana” (fig. 4.22) servem para encolher e alargar o tecido conferindo-lhe as características que foram definidas.

Figura 4.22 – Rolos expansores (*Mount Hope*)

4.1.10 - Células de carga

As células de carga (fig. 4.23) medem a força que está a ser exercida no tecido em determinados pontos para assim ser devidamente efetuado o controlo da tensão e/ou alongamento pretendidos através da variação da velocidade dos motores tratores.

Figura 4.23 – Célula de carga

4.1.11 - Facas

Duas facas (fig. 4.24) que podem ser orientadas em determinado ângulo (controlável no painel de controlo) de modo a diminuir a rigidez/amaciar o tecido.

Figura 4.24 – Facas para amaciar o tecido

4.1.12 - Cordas de emergência

Cordas colocadas ao longo da máquina (fig 4.25), nas zonas mais perigosas, para paragem da máquina em caso de emergência e rápido arrefecimento das estufas (exaustão de emergência).

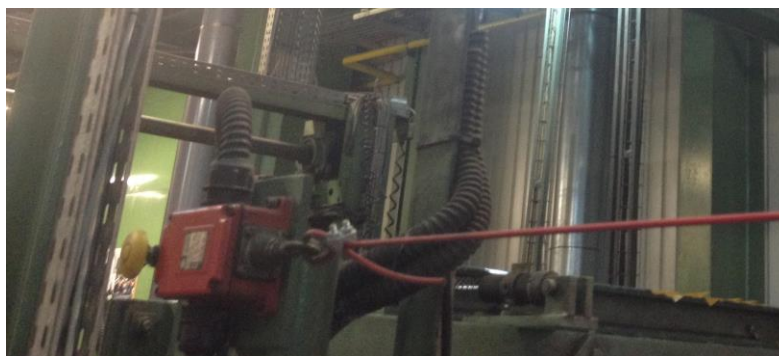



Figura 4.25 – Corda de emergência

4.1.13 - *Linner*

Rolo feito de vários tipos de tecido aproveitados (fig 4.26) que serve para passar na máquina sempre que esta não está em funcionamento, se encontra em manutenção ou a preparar as condições para o processamento de outros rolos. Permite ter sempre um “rolo guia” a passar pela máquina visto o comprimento total do percurso desta ser cerca de 800 metros.

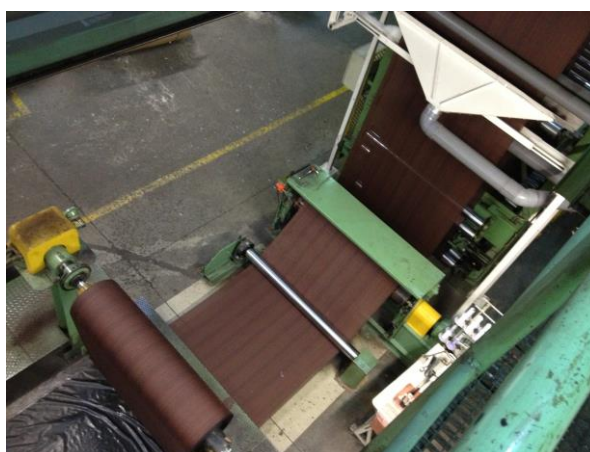



Figura 4.26 – Zell a trabalhar com *linner*

4.1.14 - Sistema de arrefecimento dos rolos

Há vários rolos ao longo da máquina que estão em contacto direto com o calor ou com o tecido demasiado quente. Para evitar o sobreaquecimento desses rolos, a máquina possui um sistema de arrefecimento composto do seguinte: dois tanques para água (fig. 4.27), quatro bombas (duas em ação e duas suplentes), um ventilador, uma electroválvula e um doseador químico.

Figura 4.27 – Torre de arrefecimento

A água é bombada do 1º tanque para a máquina (passando pelo interior dos rolos a refrigerar) e regressa para o 2º tanque já com a temperatura mais elevada. Deste tanque, é enviada de novo para o 1º, passando pela torre de arrefecimento, onde o ventilador a arrefece (se for necessário). Depois, do tanque n.º 1, volta de novo para a máquina.

Existe uma electroválvula que, comandada por uma boia, mantém o nível da água (repondo a água que entretanto se vai evaporando).

Há ainda um doseador químico para introduzir tratamento na água do circuito.

Um esquema simplificado do que se acaba de descrever é apresentado a seguir na figura 4.28.

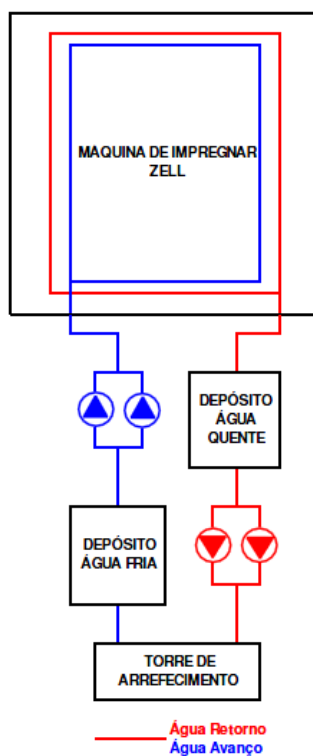



Figura 4.28 – Esquema do circuito de arrefecimento da Máquina de Impregnar Zell

4.1.15 - Tampas das estufas

As estufas n.º 2, 3, 4, 6 e 7 possuem, na parte superior, tampas (fig 4.29) que são comandadas por um sistema pneumático de acionamento manual.

Estas tampas devem estar fechadas sempre que a respetiva estufa está a trabalhar. No entanto, podem-se abrir sempre que seja necessário, por exemplo para desdobrar o tecido.

Figura 4.29 – Tampas das estufas

4.1.16 - Quadro de comando / HMI (*Human Machine Interface*)

O quadro de comando (fig. 4.30) é o local onde o operador da máquina fornece *inputs* e efetua o controlo de diversas variáveis inerentes ao funcionamento da máquina (algumas variáveis são controladas em tempo real).

É neste quadro que se parametriza o processo de impregnação para que este se realize de acordo com a parametrização definida para o tipo de tecido que irá ser tratado.

Figura 4.30 – Quadro de comando

As imagens que se seguem mostram alguns dos ecrãs de parametrização e controlo disponibilizados pelo interface. Uma descrição detalhada foi feita no "Manual da Máquina de Impregnar Zell". Irão no entanto neste relatório ser focadas as principais funcionalidades que este quadro permite.

O menu mais utilizado é o "Menu Principal" (fig. 4.31). Neste é possível ser visualizado o panorama geral das condições atuais de impregnação e verificar os valores em tempo real de diversos pontos da máquina.

Todas as variáveis que são introduzidas como "valor nominal" (verde) são acompanhadas, no monitor, pelo "valor atual" (azul) que nos informa constantemente da situação em que se encontra a aplicação desses valores.

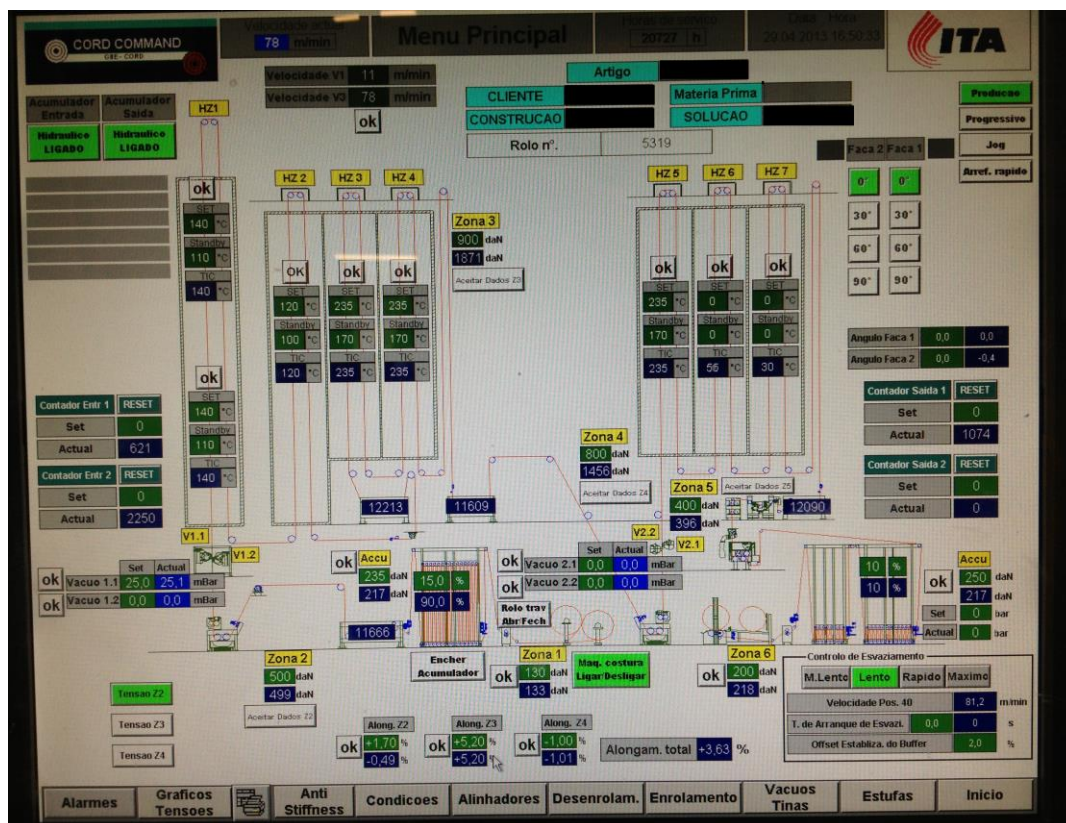



Figura 4.31 – Menu Principal

Algumas das funcionalidades que o menu principal permite são a seguir listadas:

- Escolher o modo de funcionamento da máquina: Produção, Progressivo, *Jog*, Arrefecimento Rápido
- Alterar as velocidades de funcionamento da máquina
- Alterar o ângulo das facas
- Especificar valores de tensão e/ou alongamento em diferentes zonas que irão modificar consequentemente as velocidades de funcionamento dos grupos tratores
- Ligar/desligar os motores dos vácuos e especificar/controlar os seus valores de funcionamento
- Especificar os valores de temperatura para as estufas (fazendo atuar assim os queimadores) e controlar os respetivos valores atuais
- Controlar acumulador de entrada e de saída
- Controlar o processo de desenrolamento. Este processo é feito utilizando os botões presentes no quadro de comando (fig. 4.30). Importa ainda referir que o processo de enrolamento sofreu uma atualização e o seu controlo passou a ser feito num outro quadro. Processo este que também se encontra descrito no “Manual da Máquina de Impregnar Zell”.

Além do menu principal existem outros menus específicos para diversas partes da máquina. Um desses menus é o de controlo das estufas (fig. 4.32). Este permite:

- Ligar/desligar ventiladores e exaustores e especificar/controlar os seus valores de funcionamento
- Ligar/desligar queimadores e especificar/controlar os seus valores de funcionamento (temperatura desejada no interior das estufas)

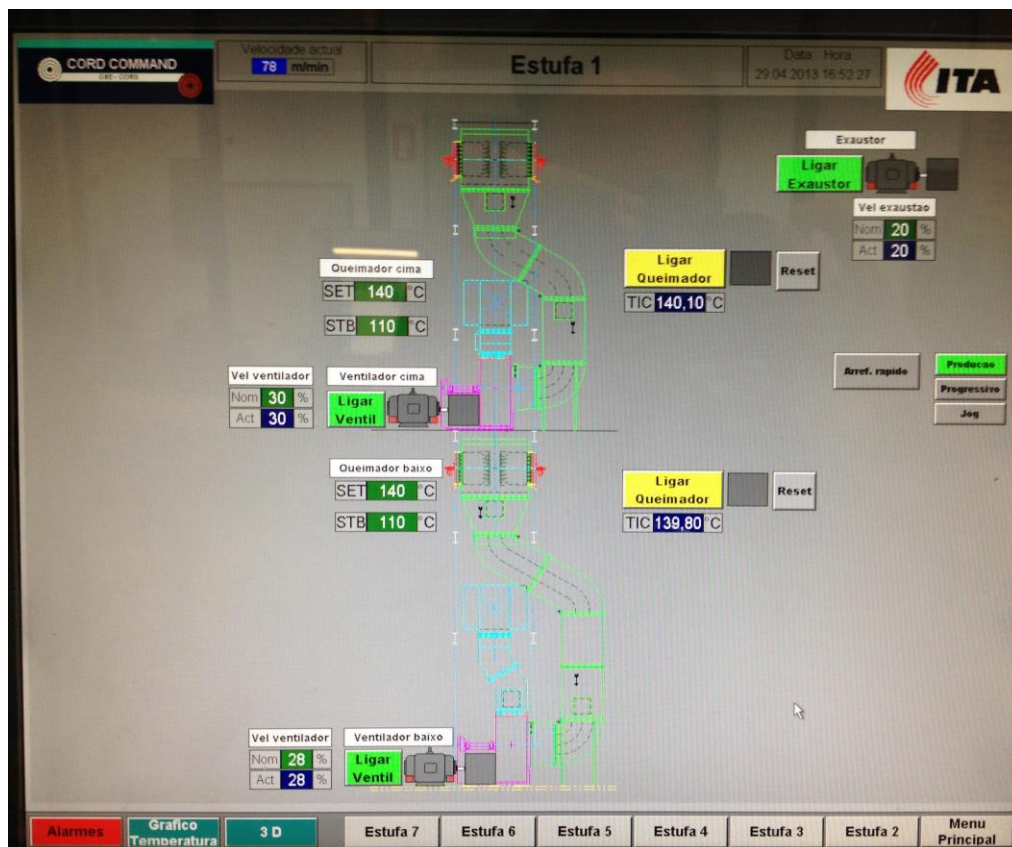



Figura 4.32 - Exemplo de Menu de Controlo das Estufas

No menu que se apresenta de seguida (fig. 4.33) visualiza-se um esquema das estufas e as zonas onde estão colocadas sondas de temperatura no seu interior podendo efetuar-se aqui o controlo dos valores lidos por cada uma delas. Isto permite ao operador ajustar os valores de funcionamento dos ventiladores e exaustores para homogeneizar a temperatura no interior das estufas.

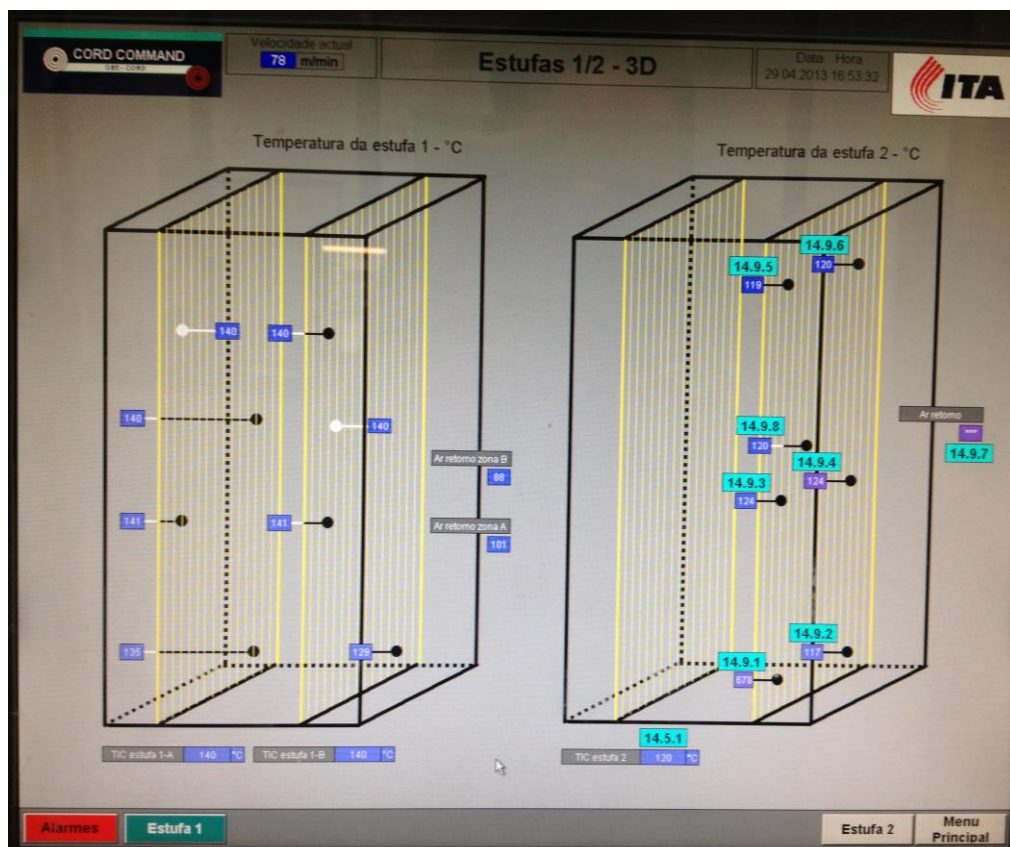



Figura 4.33 – Exemplo de Menu de Controlo de Temperatura no Interior das Estufas

Os botões do quadro de comando (fig. 4.34) permitem ao operador realizar diversas operações na máquina. Por exemplo, o processo de desenrolamento como já foi referido anteriormente surge de uma sequência de operação destes botões.

Figura 4.34 – Botões quadro de comando

4.1.17 - Zona de solutos

A zona de solutos (fig. 4.35) é um anexo à Zell. É nesta zona que se realiza a preparação dos solutos que posteriormente irão para a tina impregnando o tecido e conferindo-lhe as características químicas desejadas.

Figura 4.35 – Zona de solutos

O controlo é efetuado por um sistema SCADA (fig. 4.36).

Figura 4.36 – SCADA zona de solutos

Capítulo 5

Trabalho desenvolvido e as suas etapas

Neste capítulo será abordado o trabalho desenvolvido na empresa e as várias etapas pelas quais se passou até ao seu término.

Irá iniciar-se com uma pequena descrição do *software* de desenho utilizado, o EPLAN Electric P8, focando as suas principais funcionalidades.

É feita uma análise da instalação e dos respetivos quadros elétricos onde se mencionam as principais alterações que tiveram lugar.

É dada uma explicação de como ler os esquemas elétricos em EPLAN focando particularidades associadas à sua leitura e processo de desenho.

Desenvolve-se as restantes etapas do trabalho como a criação da base de dados, a realização do "Manual da Máquina de Impregnar Zell", o levantamento das identificações em falta e sua respetiva identificação, finalizando com a referência a uma atividade correspondente à mudança de um variador de frequência que teve lugar durante o estágio.

5.1 – *Software* EPLAN ELECTRIC P8

Para se proceder ao desenho dos esquemas dos quadros elétricos da Zell utilizou-se o *software* de desenho EPLAN ELECTRIC P8. A escolha deste *software* residiu principalmente nos seguintes fatores:

- Desenhos antigos da Zell já tinham sido executados em EPLAN
- Ferramenta muito utilizada para o desenho eletrotécnico devido à sua especificidade. O EPLAN ELECTRIC é uma ferramenta de desenho que se pode assemelhar ao AutoCAD com a particularidade de ser específico para o ramo da eletrotecnia.
- Utilização crescente desta ferramenta por parte de diversas empresas

Figura 5.1 – Logotipo EPLAN ELECTRIC P8

Na figura seguinte é possível visualizar o interface do EPLAN ELECTRIC P8 onde se pode verificar uma serie de menus de opções e uma área que apresenta um diagrama de árvore do projeto. Este diagrama permite distinguir o tipo de página (desenho multifilar, pagina de titulo/frontispício, relatório...), distinguir a parte da instalação a que corresponde o desenho (podem-se definir locais de instalação) e ter uma noção geral de todo o projeto. Por fim visualiza-se ainda a zona de desenho já com um *layer* criado e o respetivo desenho no seu interior.

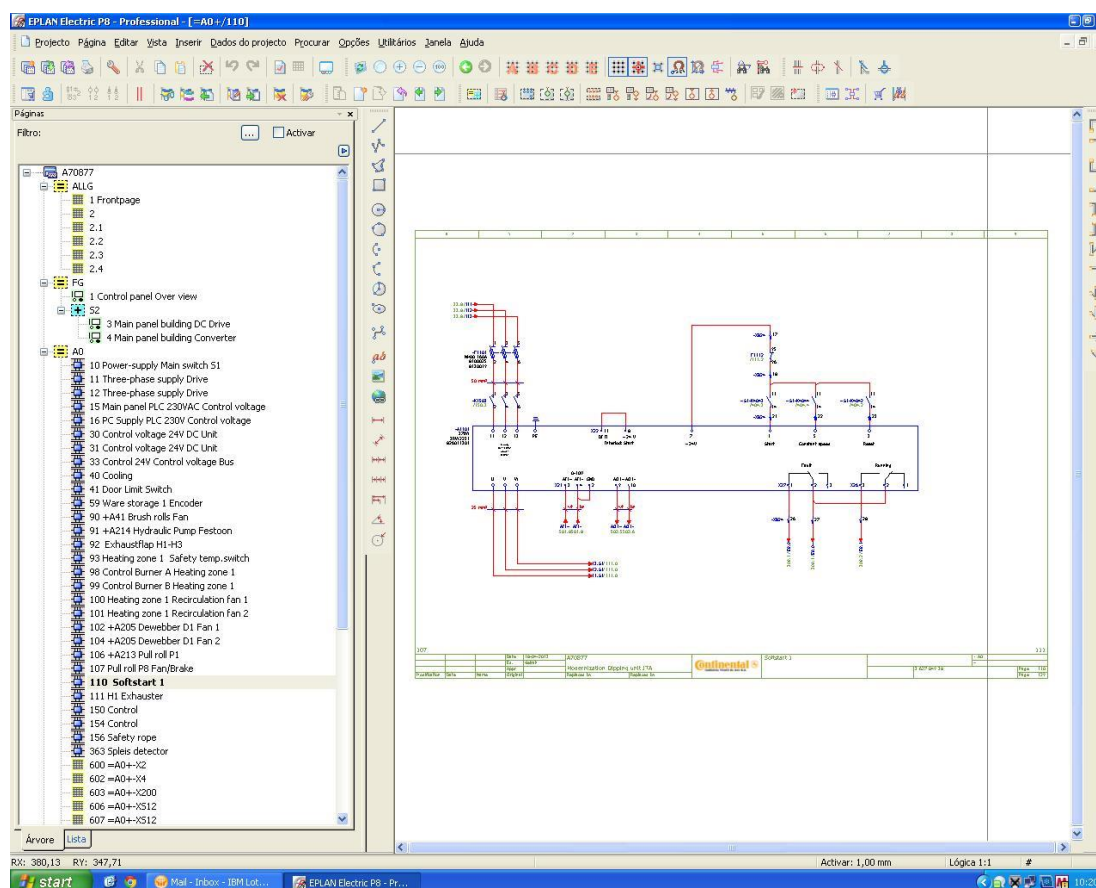



Figura 5.2 – Interface EPLAN ELECTRIC P8

O EPLAN potencializa o trabalho do desenho eletrotécnico disponibilizando recursos e ferramentas que permitem ao utilizador poupar tempo e facilitar o seu trabalho.

Assim sendo algumas das funcionalidades que o EPLAN permite são a seguir enumeradas:

- Criação de *layers* e páginas de título (frontispício);

- Desenho específico eletrotécnico onde existem bases de dados de símbolos elétricos agrupados por categorias. Estes símbolos facilitam e aceleram o trabalho pois já estão previamente desenhados e seguem normas como a IEC 60671;
- Bases de dados de peças que podem ser associadas aos símbolos tornando o projeto mais rico em informação. Por exemplo, pode-se procurar um determinado tipo de disjuntor num fabricante e associar essa peça a um símbolo. Essa peça já inclui as características definidas pelo fabricante permitindo no final do projeto gerar relatórios bastante ricos em informação;
- Ligações automáticas entre símbolos;
- Possibilidade de criação de macros. São úteis quando o trabalho é extensivo e partes do desenho se repetem;
- Numeração automática de cabos, bornes e equipamentos;
- Referências cruzadas;
- Relatórios do projeto gerados automaticamente (índice de paginas, diagramas de bornes, lista de cabos utilizados, descrição de materiais, etc.)

Inicialmente um dos maiores desafios deste trabalho foi a leitura dos esquemas elétricos e a aprendizagem do *software*.

O processo de aprendizagem foi feito em modo de "auto-aprendizagem". Foram visualizados e lidos alguns tutoriais, pesquisada informação e realizados exercícios de manuais de iniciação. Teve ainda lugar uma visita à Continental Mabor pois no Departamento de Engenharia existiam alguns utilizadores desta ferramenta. Este processo de aprendizagem foi contínuo pois durante os três meses de utilização intensiva deste *software* para a realização dos esquemas elétricos da Zell existia sempre algo novo a aprender. Pode-se ainda definir este *software* como "intuitivo" o que surtirá no futuro com certeza um acréscimo no número de utilizadores.

A utilização do EPLAN ELECTRIC P8 centralizou-se num único computador localizado na ITA devido às licenças para este *software* serem controladas e estarem localizadas num servidor da Mabor.

5.2 – Análise dos quadros elétricos da Zell e desenho em EPLAN

Esta parte do trabalho foi a mais trabalhosa e mais extensa pois como foi dito foram gastos três meses intensivos para análise da instalação elétrica, dos respetivos quadros e seu posterior desenho.

Quando foram apresentados os desenhos "antigos" da máquina Zell foi percebido imediatamente que a palavra "antigos" era bem aplicada nessa situação. Alguns dos desenhos eram datados de 1998 tendo por isso tido lugar diversas mudanças na máquina ao longo dos anos que não foram documentadas. Além disso existiam na fábrica desenhos em papel

repetidos que apresentavam em forma de rascunho (desenhado à mão) para o mesmo desenho alterações distintas sendo por isso necessário verificar qual dos desenhos correspondia à realidade ou se essa realidade eventualmente até já teria sido alterada. Alguns exemplos de páginas desses esquemas que demonstram os factos citados acima são apresentados a seguir.

Figura 5.3 – Desenhos antigos da Zell (exemplo)

Figura 5.4 – Desenhos antigos da Zell (exemplo)

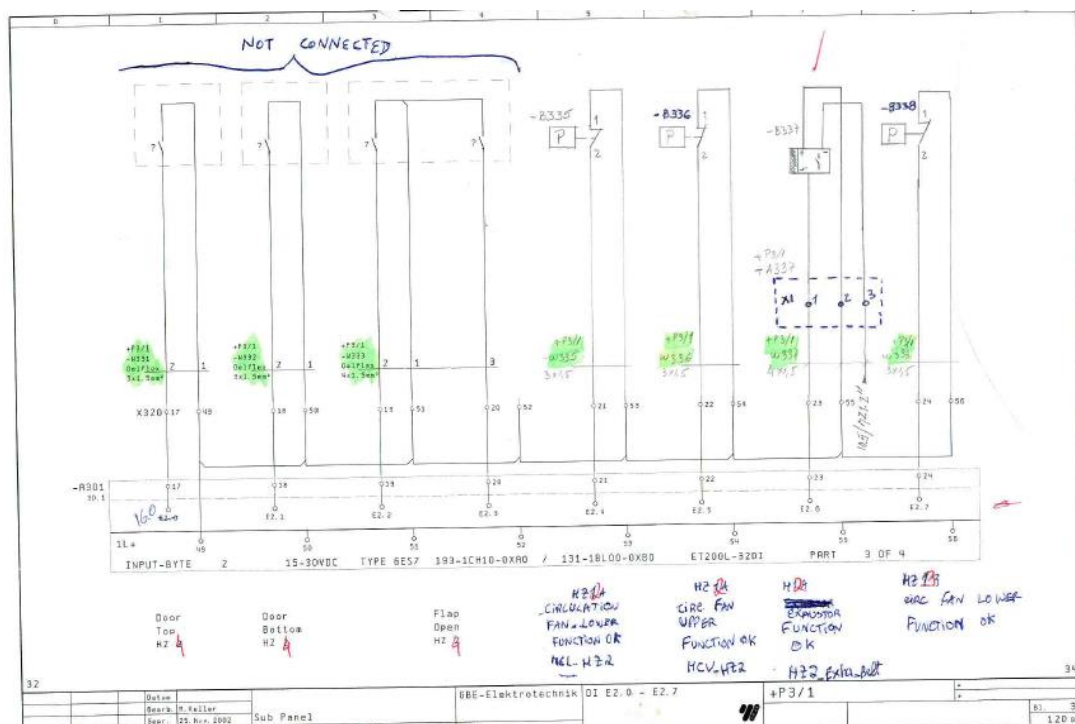



Figura 5.5 – Desenhos antigos da Zell (exemplo)

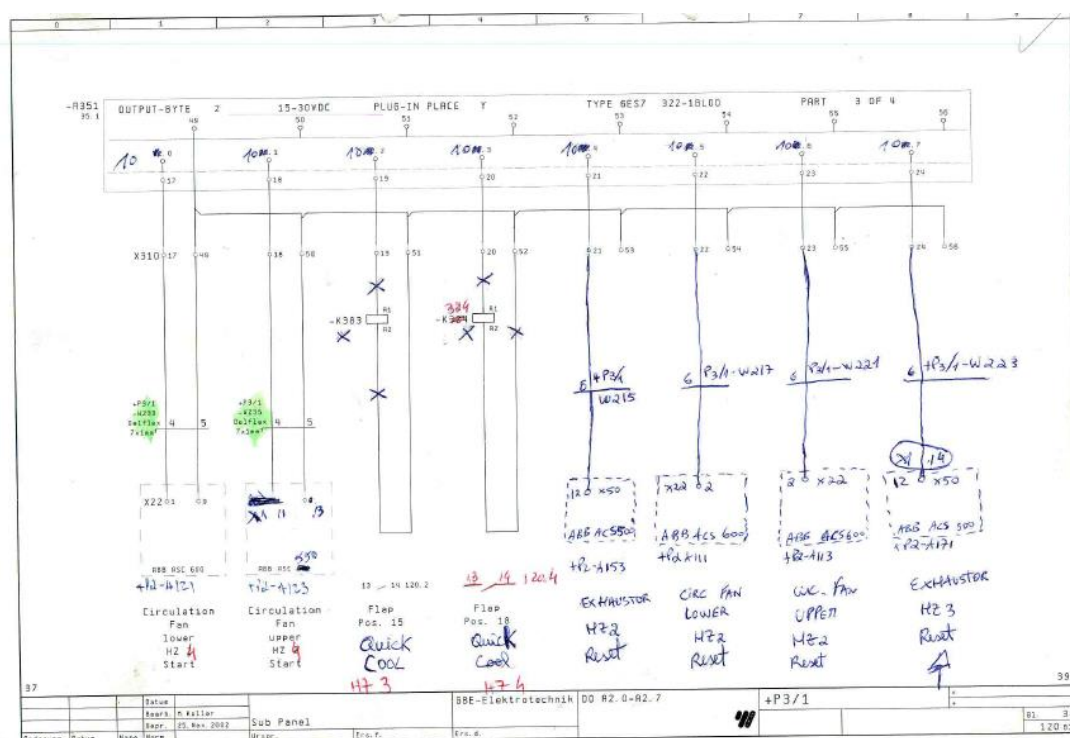



Figura 5.6 – Desenhos antigos da Zell (exemplo)

Após se realizar o levantamento de todos os desenhos existentes na fábrica fez-se uma organização de toda essa documentação, sua respetiva análise e comparação. Existiam ainda alguns ficheiros em formato digital que inicialmente não se conseguiam abrir no EPLAN

ELECTRIC P8 pois eram referentes às versões EPLAN 21 e EPLAN 5. Mais tarde como será explicado alguns destes ficheiros foram uma mais-valia no acelerar do processo de desenho.

O trabalho dividia-se então em três fases:

- Análise dos esquemas elétricos desatualizados
- Trabalho de campo para análise da instalação elétrica atual
- Desenho dos esquemas elétricos em EPLAN

Após organizada a informação a primeira fase era de análise dos esquemas elétricos. Aqui foram sentidas dificuldades nomeadamente no que respeita:

- A interpretação da simbologia utilizada nos esquemas
- A leitura das referências cruzadas
- O tipo de numeração escolhida para os componentes ao longo dos esquemas

Sendo que a maior dificuldade foi na associação dos esquemas com a realidade devido ao desconhecimento da instalação em questão. Devido às dimensões da máquina tornava-se difícil localizar na realidade da instalação aquilo que estava descrito nos esquemas nomeadamente em esquemas desatualizados em que muitas das vezes partes dos esquemas até já nem existiam. Esta dificuldade foi sentida durante esta fase e durante a fase seguinte.

Na segunda fase do trabalho procedeu-se ao trabalho de campo onde surgiram enumeras dificuldades entre as quais se destacam:

- Dimensão da máquina, número elevado de quadros e equipamentos
- Identificação e localização dos equipamentos através da leitura dos esquemas elétricos
- Falta de identificações de acordo com os desenhos
- Paragem da máquina apenas uma vez por semana e num curto espaço de tempo que limita as verificações de continuidade das ligações
- Dimensão dos quadros elétricos e reconhecimento do tipo de equipamentos presentes no seu interior (fusíveis, disjuntores, disjuntores motores, relés térmicos, contatores, caixas de bornes, autómatos, cartas de expansão de entradas/saídas analógicas/digitais, etc.)
- Reconhecimento do tipo de equipamento fora dos quadros (válvulas, sensores, pressostatos, sondas de temperatura, motores, etc.)

Após efetuado o trabalho de campo é necessário documentar em EPLAN os esquemas elétricos dos quadros. Nesta fase algumas das dificuldades sentidas foram:

- Entendimento do funcionamento do programa e suas funcionalidades
- Simbologia presente na biblioteca de símbolos
- Conversão de desenhos em formatos digitais antigos para a versão atual do EPLAN

Estas dificuldades foram sendo superadas ao longo do contacto com o programa.

5.2.1 - Potência VS Comando

Importa também aqui fazer referência ao facto de maioritariamente todos os quadros elétricos da máquina envolverem parte elétrica de potência e parte elétrica de comando. Os conhecimentos para realizar este trabalho eram fundamentalmente da área de potência tendo sido por isso feito um esforço no sentido de aprofundar os conhecimentos no âmbito da área de comando.

Assim sendo irá ser feita uma pequena abordagem com alguns dos assuntos que no âmbito desta área tiverem relevância para o trabalho.

O "cérebro" de todo o controlo da máquina assenta num autómato programável Siemens S7. Importa por isso entender antes de mais o que é um autómato.

Autómato programável (fig. 5.7) é um controlador do estado sólido que analisa em permanência o estado dos equipamentos ligados às entradas.

Baseado no programa que foi escrito no processador e armazenado na memória, este controla o estado dos sistemas ligados às saídas. [7]

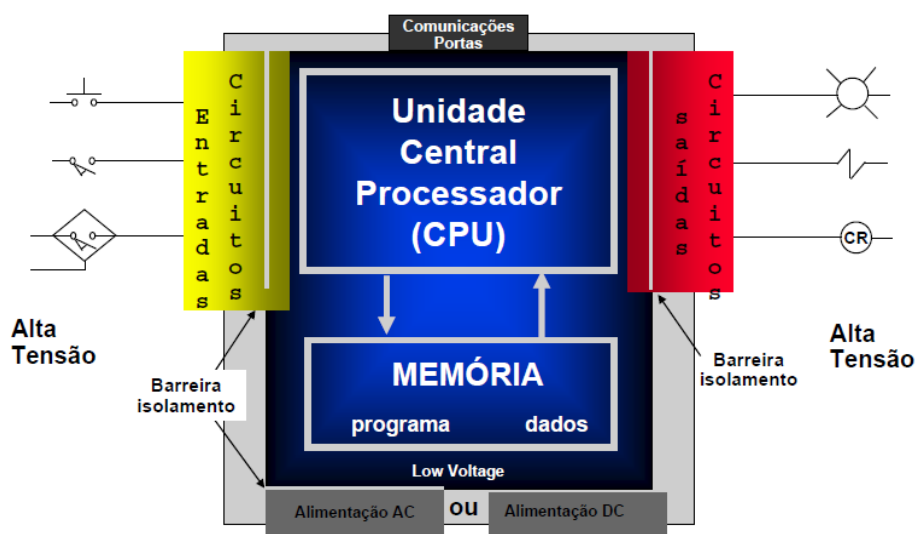



Figura 5.7 – Autómato programável (PLC) [7]

O CPU contém um "programa residente" de modo a que o PLC:

- Execute o controlo das instruções (utilizadas no programa)
- Comunique com outros equipamentos (outros PLCs, programas distribuídos, *inputs*/*outputs* distribuídos, etc.)
- Desempenhe as atividades internas (diagnósticos, etc.)

A área de comando envolve uma serie de equipamentos que permitem ao autómato receber informações (entradas) e atuar sobre outros (saídas). Com o decorrer do trabalho foram inúmeros os equipamentos deste tipo com os quais se teve contacto pois encontravam-se espalhados ao longo de toda a máquina.

As entradas permitem a ligação dos captores que lhe estão associados. Transformam o sinal elétrico num sinal lógico 0 ou 1. Alguns exemplos:

- Comutadores e botões
- Sensores
    - Sensores fotelétricos
    - Sensores de proximidade
    - Pressostatos
    - Detetores de nível
    - Sondas de Temperatura
    - Vácuostatos
- *Encoders* (codificadores incrementais ou absolutos)

As saídas permitem agir sobre os pré-acionadores que lhe são associados. Transformam o estado lógico (0 ou 1) num sinal elétrico. Alguns exemplos:

- Válvulas
- Motores
- Atuadores
- Relés de Controlo
- Alarmes
- Lâmpadas
- Contadores
- Bombas

Para além do autómato existiam também várias cartas de expansão. Estas cartas permitem acrescentar entradas e saídas tanto analógicas como digitais.

Isto pode levar a uma pergunta: “Como comunica o autómato com todas estas cartas?”. De facto estas cartas não se encontravam ao lado do autómato mas sim espalhadas ao longo dos vários quadros associados à máquina. Para comunicarem entre si utilizavam o protocolo *Profibus*. Os protocolos são um conjunto de regras definidas, utilizadas para efetuar trocas de dados entre vários equipamentos. Os vários equipamentos devem suportar o mesmo protocolo para que possam comunicar uns com os outros. [7]

Uma outra questão que inicialmente suscitou algumas dúvidas foi a dos contactos auxiliares. Veja-se o exemplo a seguir apresentado.

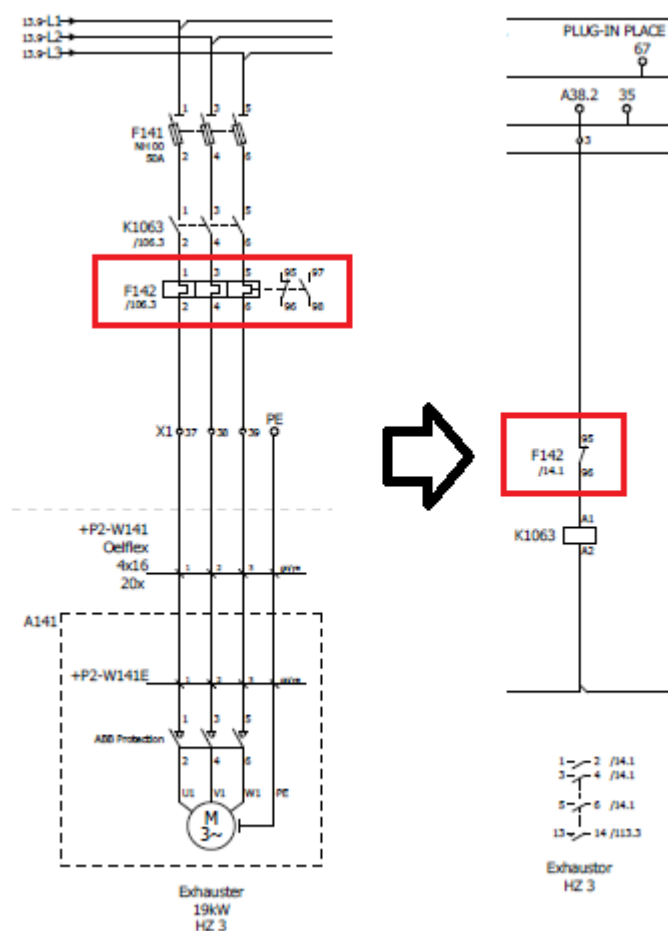



Figura 5.8 – Contatos auxiliares

O relé térmico (F142) é um dispositivo de proteção de sobrecarga elétrica aplicado a motores elétricos, no entanto, possui aqui os contactos auxiliares 95/96 NC (*Normaly closed*) e 97/98 NO (*Normaly opened*). Na imagem verifica-se que o contacto auxiliar 95/96 NC está ligado a uma saída do autómato. Assim sendo este relé pode atuar de duas maneiras:

- Se ocorrer uma circulação de corrente elétrica acima da tolerada nos seus enrolamentos;
- Se a saída do autómato atuar o contacto auxiliar.

Em ambos os casos o circuito será aberto.

5.2.2 - Análise da instalação elétrica e dos respetivos esquemas elétricos

Antes de iniciar o trabalho de campo foi necessário identificar quais os quadros elétricos que seriam analisados, onde se localizavam, qual a sua função, correspondê-los com os respetivos esquemas e verificar se eventualmente existiriam alguns documentos em suporte digital que pudessem ser utilizados. Após a análise de toda a documentação a que se teve acesso percebeu-se que existiam 4 grupos de quadros elétricos:

- K9 (atualização da secção de enrolamento da Zell) realizado pela *Benninger Zell GmbH*
- Quadros realizados pela *GBE – Elektrotechnik GmbH*
- Quadro *Benninger* (ampliação da Zell – criação da estufa 1) realizado pela *Benninger Zell GmbH*
- Grupo dos "Quadros Pequenos" da Zell

Posto isto, foi necessário enquadrar o trabalho com o tempo disponível até ao término da dissertação. Parecia impossível a nível de tempo realizar a análise de todos os quadros elétricos da instalação e sua respetiva documentação. Para diversificar o trabalho e assim realizar os levantamentos necessários à criação da base de dados, realização do manual da máquina, levantamento das identificações em falta e sua posterior identificação houve a necessidade de escolher de entre os quadros elétricos aqueles que teriam mais relevância para a instalação e que sofreram mais alterações para que durante a estadia na empresa se pudesse atingir os objetivos pretendidos.

Foram então escolhidos os seguintes quadros elétricos mediante a lógica que a seguir se explica.

- **K9 (atualização da secção de enrolamento da Zell) realizado pela *Benninger Zell GmbH***

Figura 5.9 – Quadro K9 (*Update* secção de enrolamento Zell)

Este quadro corresponde à atualização da secção de enrolamento da Zell realizado pela *Benninger Zell GmbH* em 2008 sendo por isso o quadro mais recente e com menos

modificações. Devido a este facto foi o primeiro a ser analisado pois seria um bom ponto de partida.

Existia já um documento em papel com o esquema elétrico deste quadro, no entanto, algumas alterações estavam registadas à mão. Essas alterações correspondiam às alterações que tinham sido executadas durante o processo de montagem do quadro.

Como era um quadro recente contactou-se a *Benninger Zell* questionando-se a hipótese de obter um exemplar em EPLAN do esquema elétrico para assim poupar tempo no processo de desenho. Foi então recebido um esquema elétrico em EPLAN que já incluía as alterações que se deram na montagem do quadro. No entanto a versão recebida correspondia a um ficheiro da versão EPLAN 5. Foi aqui que pela primeira vez houve necessidade de verificar como se poderiam importar dados das versões anteriores do EPLAN. Depois de se realizar com sucesso a abertura do ficheiro e importação dos dados para a nova versão do EPLAN (P8) modificou-se a página de rosto (frontispício) e o *layer* para ficar de acordo com todos os esquemas finais.

Posteriormente procedeu-se à análise do esquema e da instalação. Verificou-se que não tinham sido feitas alterações posteriores. No entanto no desenho existiam alguns erros nas ligações (números das caixas de bornes e dos bornes) deste quadro ao P2 (GBE). Isto porque esta secção de enrolamento estava anteriormente associada ao quadro P2 estando agora dividida entre o P2 e o K9. Esses erros foram corrigidos nos esquemas (K9 e P2).

Este quadro trouxe uma melhoria no processo de enrolamento da máquina permitindo ao utilizador através de um interface realizar diversas operações que automatizam e agilizam esse processo.

- **Quadros realizados pela *GBE – Elektrotechnik GmbH***

Os quadros realizados pela GBE foram aqueles onde mais tempo foi gasto não só devido ao seu número mas também à sua complexidade, importância para a instalação e quantidade de alterações sofridas. Existiam esquemas elétricos em formato de papel datados de 2002 e outros datados de 2004. Foi necessário analisar ambas as versões e detetar que alterações correspondiam à realidade da instalação. Este grupo de quadros foi o segundo a ser tratado tendo-se pensando inicialmente que até ao final do período de permanência na empresa o tempo não permitiria ir além destes.

Além das alterações documentadas nos esquemas antigos e da necessidade de verificar a sua veracidade existiam também alterações que não estavam documentadas. Nesta fase teve particular importância o contacto com os funcionários da empresa com conhecimento da máquina para entender que alterações teriam tido lugar ao longo dos anos assim como a obtenção de ajuda na busca de determinados equipamentos (ex.: pequenas válvulas ou sensores) que se encontravam nos esquemas elétricos.

Percebeu-se nesta fase que o desenho dos quadros era exaustivo e que o tempo poderia vir a ser um problema para a conclusão do trabalho. Cada quadro comportava um número considerável de páginas a serem desenhadas com inúmeras particularidades a serem tomadas em atenção (numeração dos equipamentos e cabos, referencias cruzadas, ligações etc.). Existiam no entanto ficheiros na versão EPLAN 21 correspondentes a estes quadros. Depois de várias tentativas para a sua correta importação percebeu-se que devido às bibliotecas de símbolos do EPLAN serem diferentes nunca se conseguiria fazer a importação a 100%. No entanto, esta tentativa acabou por trazer alguma utilidade acelerando ligeiramente o processo de desenho:

- A estrutura geral dos esquemas (nome das páginas e sua respetiva numeração) pôde ser aproveitada;
- Partes dos desenhos como, por exemplo, as caixas das cartas expansoras puderam ser aproveitadas como se fossem macros já previamente criadas evitando assim a necessidade do seu desenho.

Quase a totalidade das partes aproveitadas encontrava-se “desformatada”. Algumas partes dos esquemas apresentavam as ligações corretamente desenhadas mas a simbologia ou era inexistente (sendo marcada por um “X”) ou tinha sido mal associada. Os símbolos correspondiam a uma biblioteca de símbolos com descrição alemã e não à biblioteca inglesa segunda a norma IEC 60671 [8] que se estava a seguir. Foi por isso necessário proceder à substituição de todos os símbolos dos esquemas de todos os quadros da GBE.

Durante a realização dos esquemas elétricos deste grupo de quadros foram muitas as alterações realizadas nos desenhos. Algumas como foi dito estavam já documentadas nos esquemas antigos pelos responsáveis das alterações sendo necessária a sua verificação e consequente desenho, outras não estavam documentadas mas era sabida a sua existência, outras surgiram ao longo da análise dos quadros.

De seguida irá ser feita uma descrição de cada quadro e de algumas das alterações mais relevantes que se realizaram nos esquemas. Obviamente que nem todas as alterações serão aqui expressas pois o número de quadros é elevado e em geral todas as páginas dos esquemas continham pequenas alterações a ser feitas.

- **Quadro P1 (GBE)**

Figura 5.10 – Quadro P1

O quadro P1 foi o primeiro do grupo de quadros da GBE a ser analisado. Este é um quadro de potência como se pode ver nas imagens acima. Possui um disjuntor de 2.000 A, fusíveis de elevado calibre (800 A), barras de cobre e cabos de grande secção (240 mm^2).

Este faz a alimentação dos motores tratores que são controlados por potentes variadores de frequência colocados no interior do quadro elétrico.

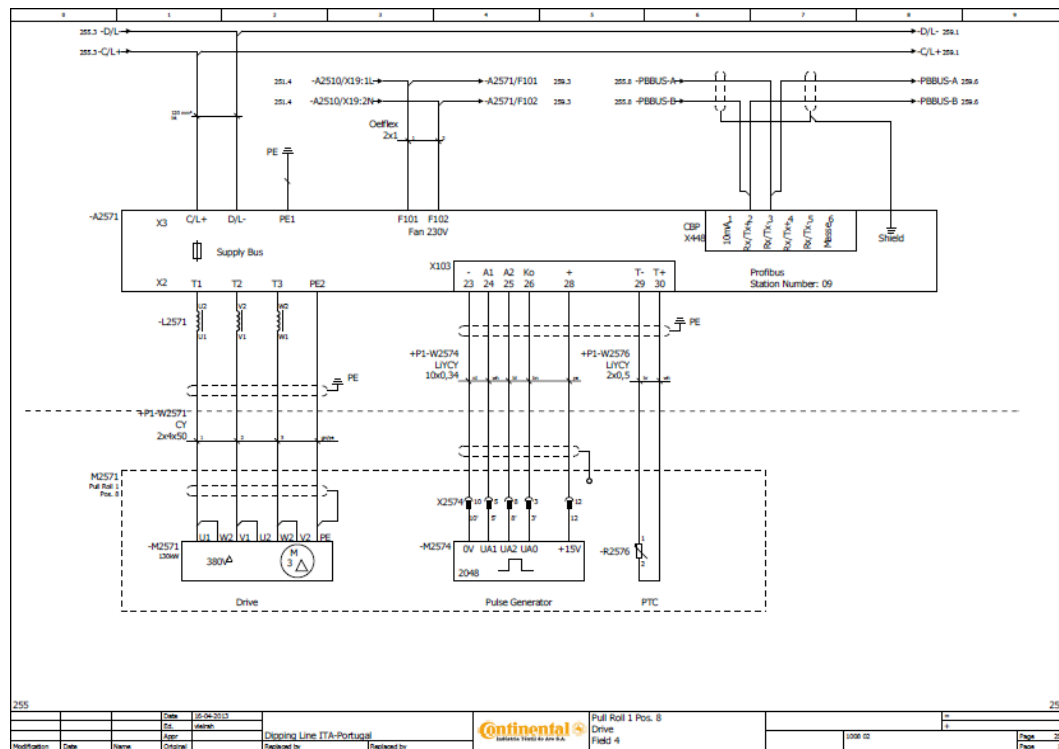



Figura 5.11 – Exemplo da alimentação de um motor trator (EPLAN)

Uma das alterações que tiveram lugar foi o acréscimo de ventilação no interior do quadro. Devido ao aquecimento no seu interior inicialmente existiam dois ventiladores no entanto foram acrescentados posteriormente mais dois que ajudam a realizar o seu arrefecimento.

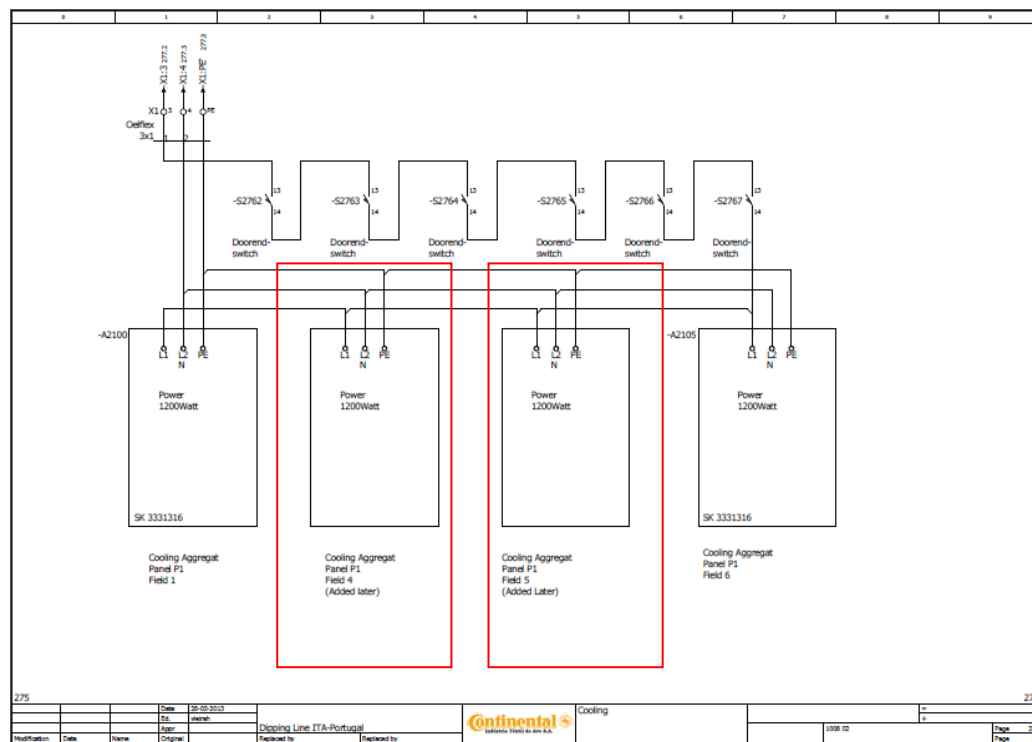
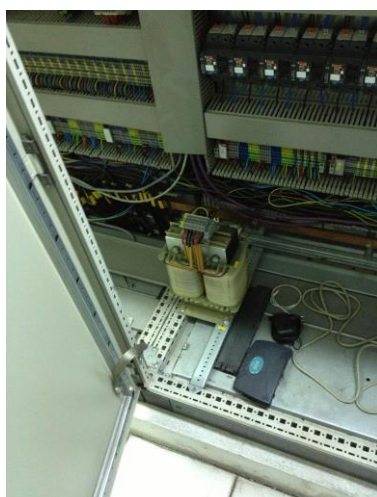
Figura 5.12 – Acréscimo de ventilação no quadro P1 (EPLAN)

- **Quadro P2 (GBE)**

Figura 5.13 – Quadro P2

O quadro P2 é composto por partes de potência e controlo. Foi um quadro complexo e difícil de ser analisado devido ao número de equipamentos e circuitos que o compõem.

Alguns aspetos relevantes deste quadro são:

- Alimentação (potência) dos motores dos ventiladores de cima/baixo e exaustores das estufas dois à sete passando pelos variadores de frequência correspondentes.
- Alimentação dos vácuos 2.1 e 2.2 e respetivos inversores que se encontram no seu interior
- Alimentação dos queimadores das estufas 2 à 7
- Alimentação da máquina de costura
- Alimentação dos ventiladores acoplados aos motores tratores para sua refrigeração
- Alimentação dos travões dos motores tratores
- Alimentação das emergências (cordas de emergência)
- O quadro P2 é alimentado através do quadro P1. O quadro P2 fornece alimentação a diversos quadros parciais tais como quadros das tinas (P11 e P16) quadros de lubrificação de massa (P37) e óleo (P38) e os restantes quadros da GBE que a seguir irão ser abordados.
- Possui um transformador e um retificador para obter 230 V e 24 V, respetivamente, que serão distribuídos ao longo dos quadros mediante a necessidade.
- O autómato Siemens S7 encontra-se no seu interior
- Possui diversas cartas expansoras que efetuam o controlo de contatores, relés e outros dispositivos.

Foi removido do esquema a alimentação e controlo do "*Man Lift*". Um elevador inicial da instalação que foi retirado e substituído por um mais recente.

Com a implementação do quadro K9 (atualização da secção de enrolamento da Zell) deram-se alterações no esquema do quadro P2 como já foi dito anteriormente. Houve portanto o cuidado de as esquematizar.

Verificou-se durante a vistoria das instalações que existiam alguns erros na numeração da cablagem de ligação aos motores dos ventiladores de cima/baixo e dos exaustores. No caso dos exaustores existem dois tipos de ligação. A ligação normal e a ligação de emergência que entra em funcionamento quando ocorre algum problema na máquina ou se puxa uma corda de emergência. Neste caso, os motores dos exaustores aumentam a sua velocidade para fazer uma rápida exaustão do calor do interior das estufas.

Foi então feito um levantamento desses erros na cablagem dando origem à tabela seguinte.

Tabela 5.1 — Alteração da numeração dos cabos de ligação normal e de emergência dos motores dos ventiladores e exaustores (a vermelho)

Variadores de Frequência – Estufas						Caso Normal					Caso Emergência				
Quadro de Potência	Quadro de Controlo	Piso	Estufa	Tipo	Modelo	C. Local. (Variador)	Cabo Alimentação Variador	Cabo Variador – Motor	Potência Motor Normal (kW)	Imotor (A)	C. Local. (Arranque directo)	Cabo Alimentação	Cabo Motor	Potência Motor Emergência (kW)	Imotor Emergência (A)
P2	P3/1	6	2	Ventilador de Cima	ABB ACS 550	A113	P2-W113	FALTA	55	102	-	-	-	-	-
		3		Ventilador de Baixo	ABB ACS 550	A111	P2-W111	FALTA	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 550	A153	P2-W153	FALTA	5,5	11,8	-	-	-	-	-
		6	3	Ventilador de Cima	ABB ACS 550	A117	P2-W117	FALTA	55	100	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 550	A115	P2-W115	FALTA	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 550	A171	P2-W171	W244	6,5	14,8	A141	P2-W141	W243	19	38
		6	4	Ventilador de Cima	ABB ACS 550	A123	P2-W123	FALTA	55	102	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 600 -> 550 (20/03/2013)	A121	P2-W121	FALTA	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 550	A173	P2-W173	W263	6,5	14,8	A143	P2-W143	W262	19	38
	P3/2	6	5	Ventilador de Cima	ABB ACS 800	A127	P2-W127	W280	55	102	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 600	A125	P2-W125	FALTA	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 501 -> 550 (28/03/2013)	A175	P2-W175	W282	6,5	14,8	A145	P2-W145	W281	19	38
		6	6	Ventilador de Cima	ABB ACS 550	A133	P2-W133	FALTA	55	102	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 550	A131	P2-W131	W298	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 501 -> 550 (05/04/2013)	A177	P2-W177	W301	6,5	14,8	A147	P2-W147	W300	19	38
		6	7	Ventilador de Cima	ABB ACS 600	A137	P2-W137	FALTA	55	102	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 550	A135	P2-W135	FALTA	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 550	A181	P2-W181	W320	6,5	14,8	A151	P2-W151	W319	19	38

CABOS ACTUALIZADOS (conforme EPLAN actualizado)

Nota: Exaustor Estufa 2 não tem funcionamento de emergência

Variadores de Frequência – Estufas						Caso Normal					Caso Emergência				
Quadro de Potência	Quadro de Controlo	Piso	Estufa	Tipo	Modelo	C. Local. (Variador)	Cabo Alimentação Variador	Cabo Variador – Motor	Potência Motor Normal (kW)	Imotor (A)	C. Local. (Arranque directo)	Cabo Alimentação	Cabo Motor	Potência Motor Emergência (kW)	Imotor Emergência (A)
P2	P3/1	6	2	Ventilador de Cima	ABB ACS 550	A113	P2-W113	P2-W113	55	102	-	-	-	-	-
		3		Ventilador de Baixo	ABB ACS 550	A111	P2-W111	P2-W111	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 550	A153	P2-W153	P2-W153N	5,5	11,8	-	-	-	-	-
		6	3	Ventilador Cima	ABB ACS 550	A117	P2-W117	P2-W117	55	100	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 550	A115	P2-W115	P2-W115	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 550	A171	P2-W171	P2-W171N	6,5	14,8	A141	P2-W141	P2-W141E	19	38
		6	4	Ventilador Cima	ABB ACS 550	A123	P2-W123	P2-W123	55	102	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 600 -> 550 (20/03/2013)	A121	P2-W121	P2-W121	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 550	A173	P2-W173	P2-W173N	6,5	14,8	A143	P2-W143	P2-W143E	19	38
	P3/2	6	5	Ventilador de Cima	ABB ACS 800	A127	P2-W127	P2-W127	55	102	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 600	A125	P2-W125	P2-W125	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 501 -> 550 (28/03/2013)	A175	P2-W175	P2-W175N	6,5	14,8	A145	P2-W145	P2-W145E	19	38
		6	6	Ventilador Cima	ABB ACS 550	A133	P2-W133	P2-W133	55	102	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 550	A131	P2-W131	P2-W131	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 501 -> 550 (05/04/2013)	A177	P2-W177	P2-W177N	6,5	14,8	A147	P2-W147	P2-W147E	19	38
		6	7	Ventilador Cima	ABB ACS 600	A137	P2-W137	P2-W137	55	102	-	-	-	-	-
		4		Ventilador de Baixo	ABB ACS 550	A135	P2-W135	P2-W135	55	102					
		6		Exaustor	ABB ACS 550	A181	P2-W181	P2-W181N	6,5	14,8	A151	P2-W151	P2-W151E	19	38

Como se verifica existiam cabos com identificações em falta e as que existiam não estavam presentes em nenhum esquema elétrico não se conseguindo entender a lógica da sua numeração.

Uma outra alteração que teve lugar e que não estava documentada foi o acréscimo de um interruptor no circuito de alimentação dos exaustores para o caso da emergência. Este interruptor (fig. 5.14) tem como principal função proteger um trabalhador que esteja a realizar manutenção ao motor. Imagine-se que um trabalhador vai realizar a manutenção do motor exaustor. Para isso pode trocar o modo de funcionamento do variador de frequência de remoto para local e desligar o motor estando assim este impedido de funcionar em modo normal por ação remota de qualquer utilizador através do quadro de comando. No entanto existe ainda a ligação de emergência que não está ligada ao variador de frequência. Imagine-se agora que o trabalhador está a realizar a manutenção e de repente uma corda de emergência é atuada. O sistema de emergência dos exaustores é ligado entrando estes em funcionamento. Para evitar qualquer tipo de acidente basta assim cortar o circuito de emergência do exaustor através do interruptor estando este impedido de funcionar mesmo que a máquina entre em modo de arrefecimento rápido.

Figura 5.14 – Interruptor ABB (ligação de emergência exaustores)

Procedeu-se então à esquematização e identificação das ligações em EPLAN com as duas alterações acima mencionadas (erros na numeração de cabos e acréscimo de interruptor). Partes do esquema com as alterações finais são a seguir apresentadas.

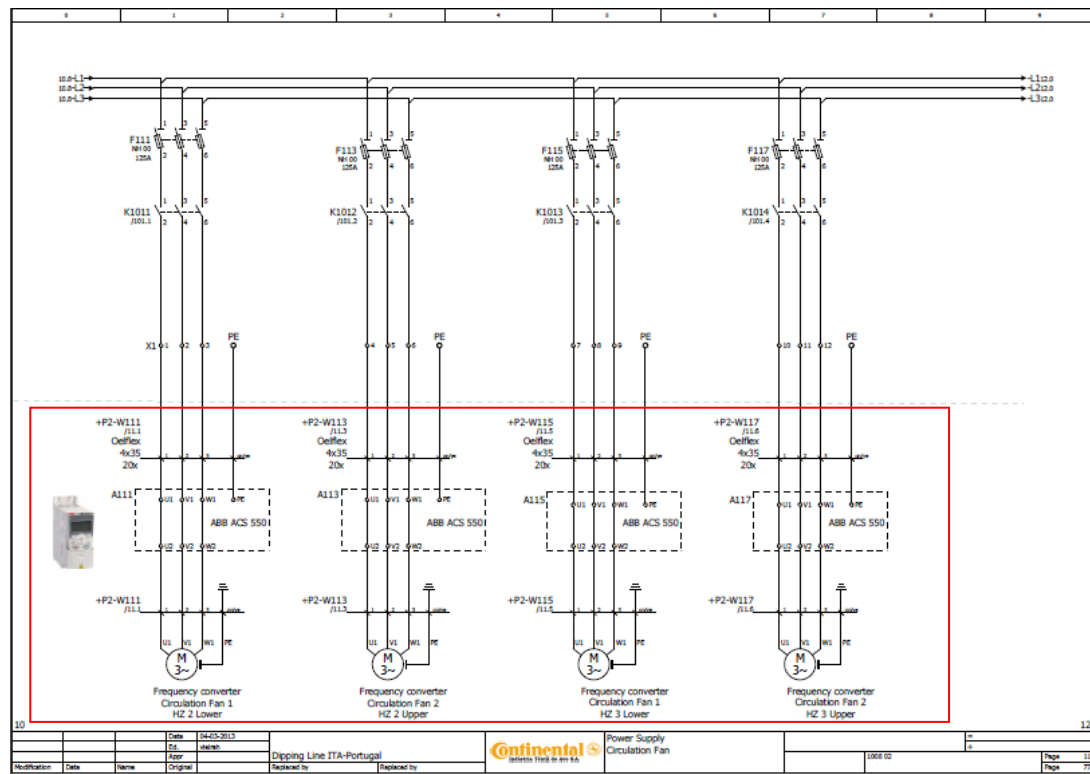



Figura 5.15 – Parte do esquema de ligação dos ventiladores de cima e de baixo (cabos atualizados)

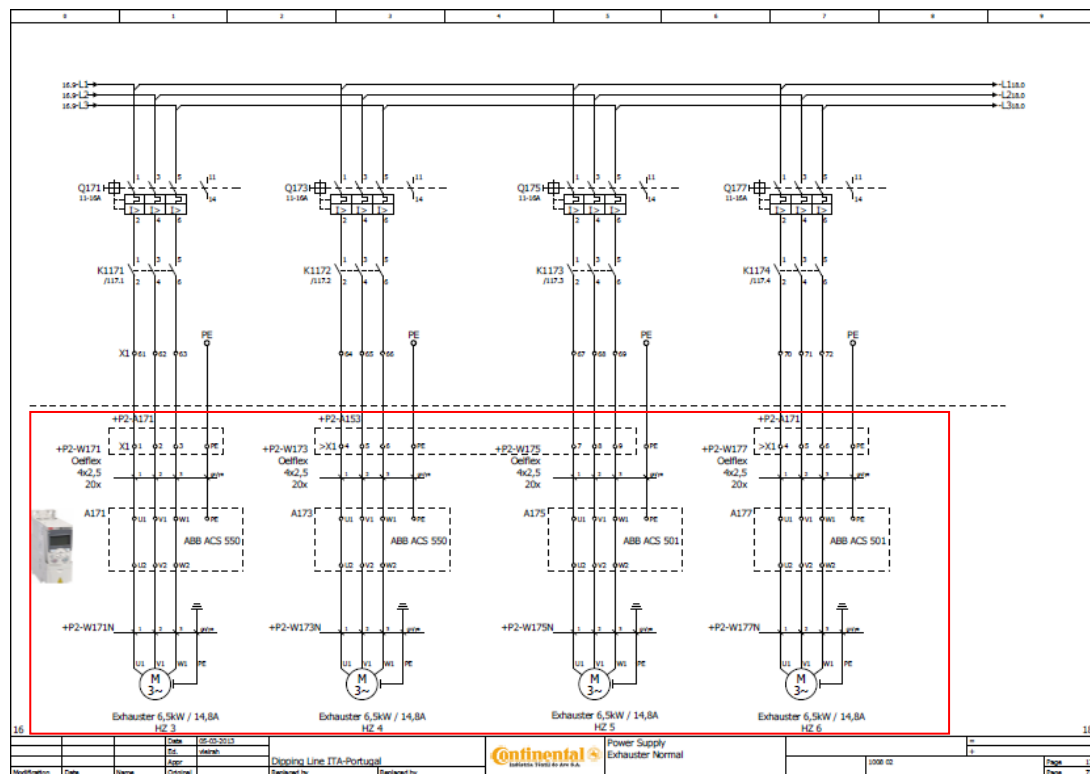



Figura 5.16 – Parte do esquema de ligação dos exaustores modo normal (cabos atualizados)

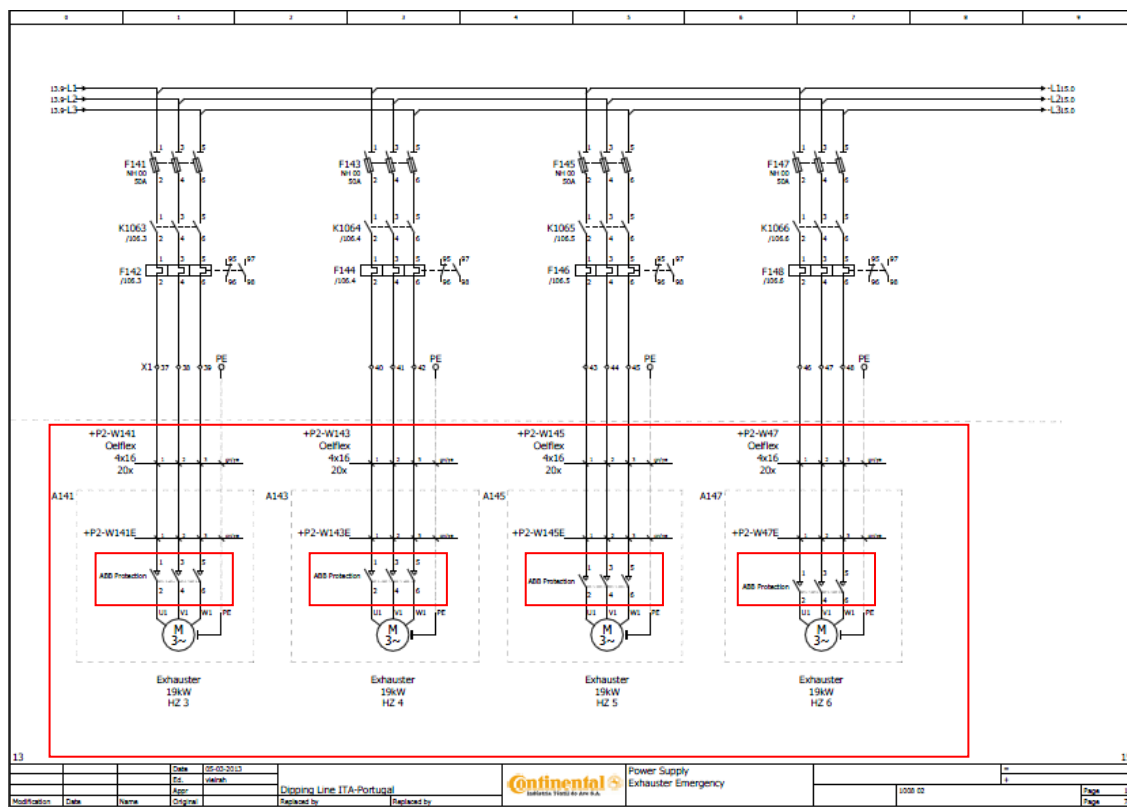



Figura 5.17 – Parte do esquema de ligação dos exaustores modo emergência (cabos atualizados e acréscimo de interruptor)

- **Quadro P3/1 (GBE)**

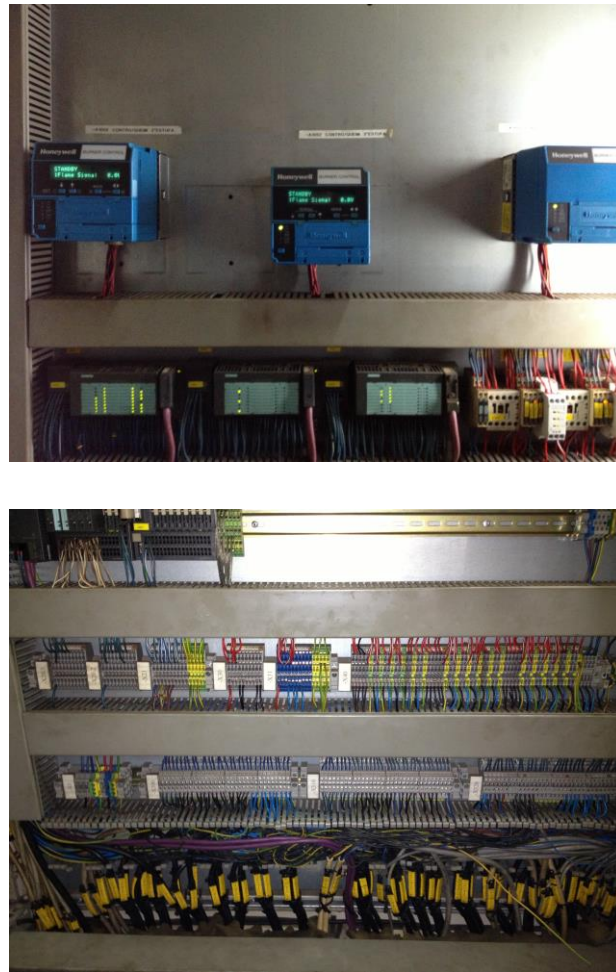



Figura 5.18 – Quadro P3/1

O quadro P3/1 é um quadro essencialmente de comando. Os aspetos mais relevantes deste quadro são a seguir explicados.

Efetua para as estufas 2 a 4, o controlo dos variadores de frequência dos motores dos ventiladores de cima e baixo assim como dos motores dos exaustores. As cartas expansoras do autómato emitem sinais de controlo que ligam diretamente às entradas de controlo dos variadores de frequência.

Importa aqui salientar que inicialmente a máquina Zell não possuía variadores de frequência. Assim sendo os motores trabalhavam à potência máxima consumindo assim mais energia. O processo de exaustão era controlado mecanicamente pelas *flaps* (fig. 5.19). O seu princípio de funcionamento é simples. Se for imaginado o motor exaustor a trabalhar a velocidade constante o que varia a quantidade de ar extraído das estufas é a *flap* que pode abrir ou fechar, aumentando ou diminuindo respetivamente o caudal de ar extraído.

Figura 5.19 – *Flaps*

As *flaps* atualmente encontram-se totalmente abertas sendo o processo controlado pelos variadores de frequência que regulam a velocidade dos motores mediante as necessidades economizando assim energia.

Como foi dito anteriormente deste quadro partem as ligações de controlo que irão ligar aos variadores de frequência efetuando assim os seu controlo. Na figura 5.20 é possível visualizar dois variadores de frequência da ABB de séries distintas onde se distinguem as ligações de potência (provenientes do quadro P2) e controlo (provenientes do quadro P3/1).

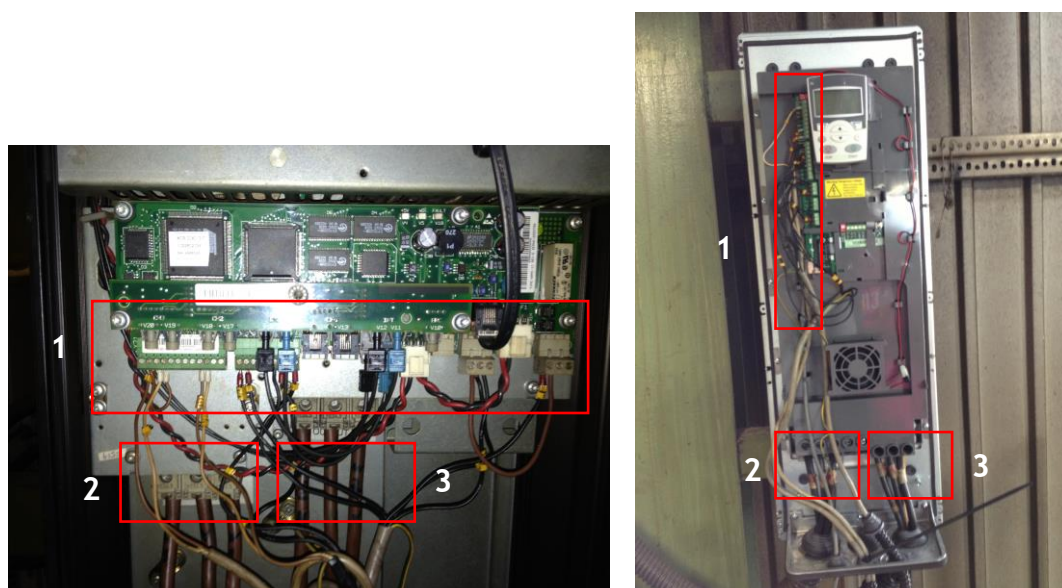



Figura 5.20 – Ligações nos variadores de frequência: ABB ACS 600 (esquerda) e ABB ACS 550 (direita); 1 – Controlo; 2 – Entrada de potência; 3 – Saída de potência

Para atualizar os esquemas elétricos primeiramente realizou-se um levantamento do tipo de variador associado a cada motor de cada estufa efetuando-se posteriormente uma consulta e análise do respetivo manual de utilizador do variador em causa. De salientar que ao longo dos anos houve várias alterações nos variadores de frequência da máquina sendo que

as ligações de controlo dos variadores da ABB são diferentes para cada série. Por exemplo, as ligações de controlo de um variador ABB ACS 550 são diferentes das de um ABB ACS 600. Excetuando as ligações dos fins-de-curso que ligam diretamente ao variador sob a forma de uma “falta” e que se irá falar mais à frente, as restantes (*ready*/*fault*, *nominal value*, *actual speed*, etc.) já apareciam nos esquemas elétricos, no entanto os variadores em causa e suas respetivas ligações encontravam-se desatualizadas devido à mudança de variadores.

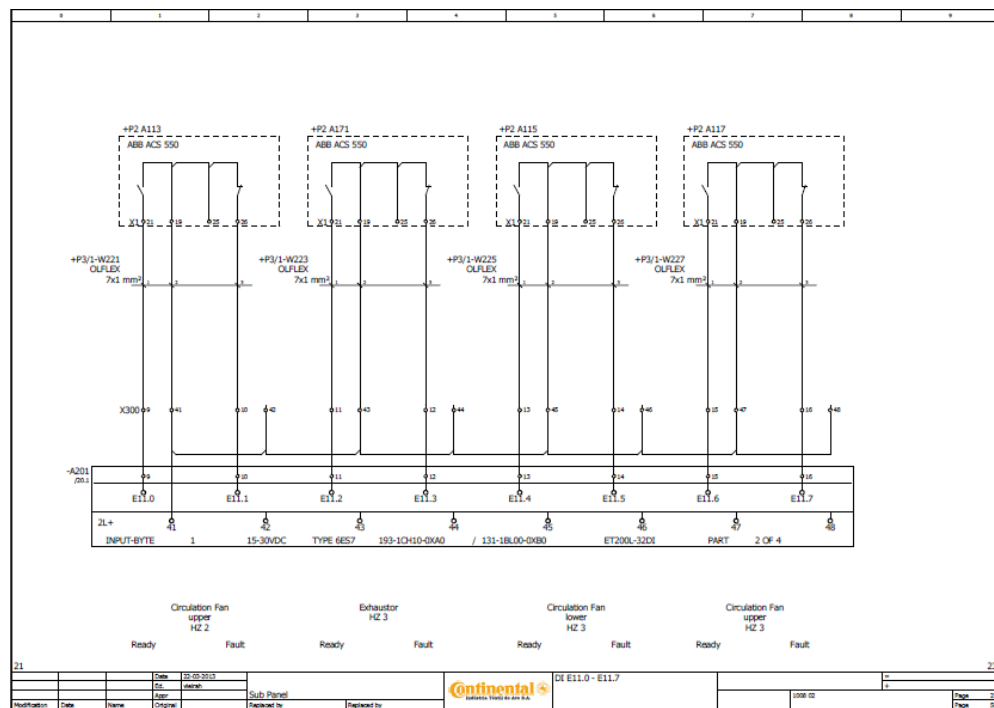



Figura 5.21 – Esquema EPLAN com exemplo de ligações dos variadores

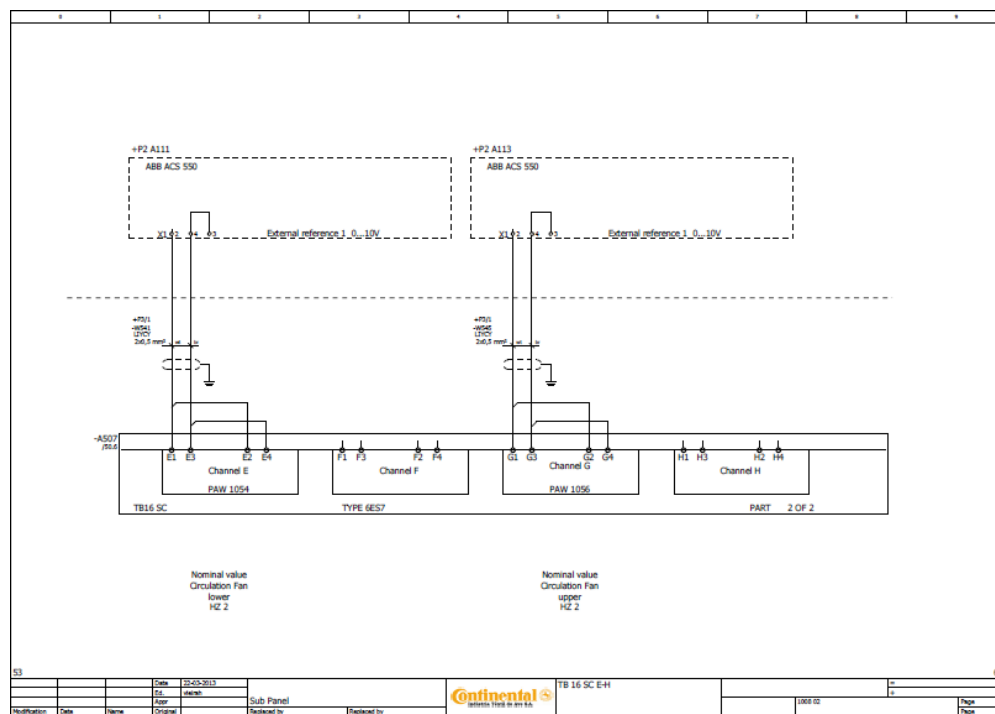



Figura 5.22 – Esquema EPLAN com exemplo de ligações dos variadores

No ponto 5.6 deste relatório são apresentados esquemas síntese das ligações em causa e que serviram de apoio à realização de uma mudança de variador de frequência ainda durante a permanência na empresa na qual houve oportunidade de participar ativamente.

Uma outra alteração que teve lugar na Zell foi o acréscimo de fins-de-curso nos motores dos ventiladores de cima/baixo, exaustores e vácuos. Estes dispositivos tomam aqui como função a proteção de pessoas pois quando atuam (se dá a sua abertura) realizam a paragem dos motores a que estão associados. No caso da Zell a sua colocação deveu-se ao facto de os motores acionarem correias que estão fechadas numa caixa de proteção que pretende evitar o contacto humano com as mesmas. Caso essas caixas sejam abertas dá-se a abertura do fim de curso parando assim o motor e sucessivamente a correia. Todos os fins de curso colocados são da *Telemechanique* modelo XCS (fig. 5.23). Este acréscimo nunca tinha sido documentado em nenhum esquema EPLAN da empresa.

Figura 5.23 - Fim-de-curso Telemecanique XCS [9]

No caso do quadro P3/1 os fins-de-curso associados correspondem aos:

- Ventiladores de cima e baixo das estufas 2 a 4
- Exaustores das estufas 2 a 4
- Vácuos 1.1 e 1.2
- Ventiladores de cima e baixo e exaustor da estufa 1 (apesar da estufa 1 e seus equipamentos estarem associados a outro quadro elétrico o fim-de-curso foi aqui ligado muito provavelmente devido à extensão de cabo necessária ser menor e esta ter sido uma atualização já recente)

Como os fins-de-curso já tinham sido colocados, uma das tarefas iniciais, foi entender como tinham sido efetuadas as suas ligações o que inicialmente não foi fácil devido à quantidade de cabos presentes na máquina.

Verificou-se então, que para os ventiladores e exaustores das estufas 2 a 4 foram ligados diretamente aos variadores de frequência como se visualiza na página do esquema a seguir apresentado.

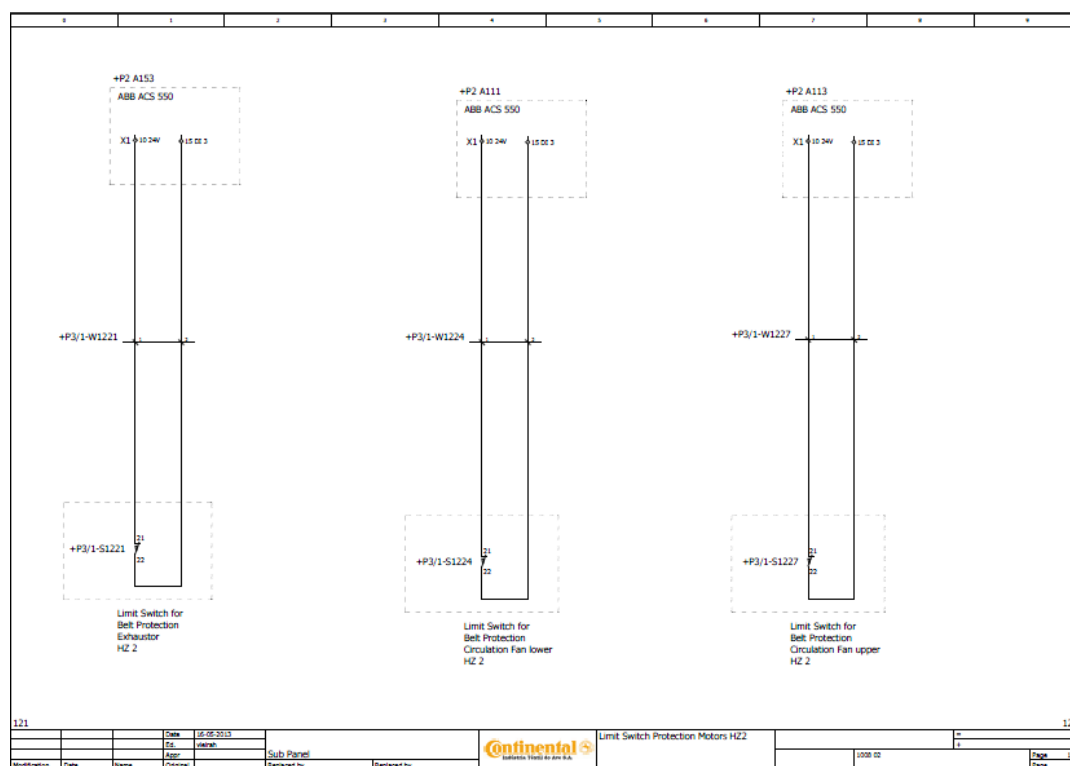



Figura 5.24 – Exemplo de ligações fins-de-curso dos ventiladores e exaustores (EPLAN)

O fim de curso encontra-se diretamente ligado ao variador de frequência sob a forma de uma falta. Este emite no circuito uma pequena corrente que se encontra constantemente a verificar se o contacto (NC) do fim de curso está fechado. Quando se dá a sua abertura existe um corte no circuito que indica ao variador que deve parar o motor em causa. Foram numerados os fins de curso e os respetivos cabos no EPLAN pois como referido não havia qualquer evidência documentada deste acréscimo. Posteriormente numa outra fase do trabalho foi feita a identificação destes equipamentos, trabalho este que será explicado no ponto 5.5 deste relatório.

Para os fins de curso dos vácuos e motores da estufa 1 foi mais problemático entender as ligações pois não estavam diretamente ligados a um variador mas sim a uma carta expansora do autómato indo portanto ligar a um quadro elétrico onde o número de cabos era amplo.

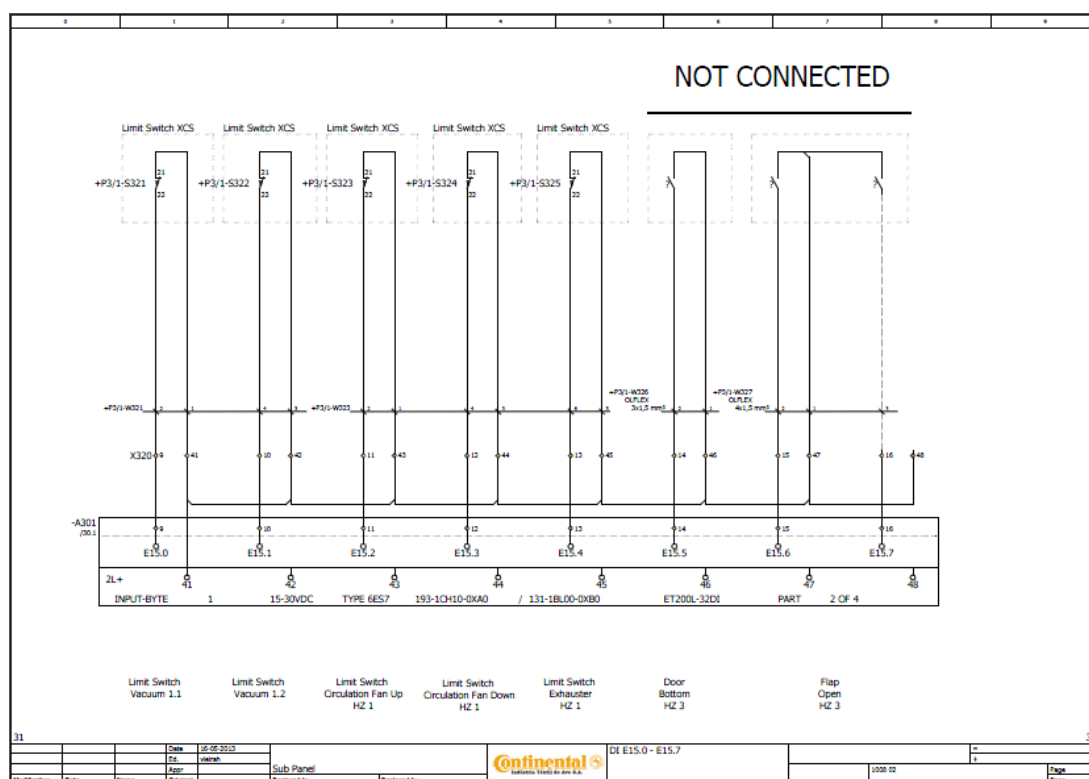



Figura 5.25 – Ligações fins de curso vácuos 1.1/1.2 e motores da estufa 1 (EPLAN)

Primeiramente foi preciso verificar a que quadro estavam estas ligações associadas. Após várias tentativas falhadas descobriu-se que tinham origem no quadro P3/1 e no quadro P3/2.

Descoberto o quadro, foi necessário abrir todos os fins de curso destes motores (realizado durante uma manhã de paragem da máquina) para que se descobrisse a entrada, da carta expansora do autómato, à qual estavam associados. O abrir e fechar os fins de curso fazia atuar a luz da carta do autómato correspondente à entrada à qual estavam associados.

Encontradas as entradas, verificou-se ainda que o cabo de ligação continha vários fios condutores numerados, havendo a necessidade de descobrir o fio correspondente a cada fim de curso e a que borne estava ligado. Mais uma vez numerou-se os fins de curso assim como os respetivos cabos.

Outro aspeto relevante associado ao quadro P3/1 é o controlo de equipamentos associados aos queimadores tais como: as unidades de chama "*flame unit*", servo motores, termostatos de controlo de temperatura, pressostatos para medição da pressão do gás que entra nos queimadores entre outros. O quadro P3/1 efetua o controle destes equipamentos para as estufas 2 a 4.

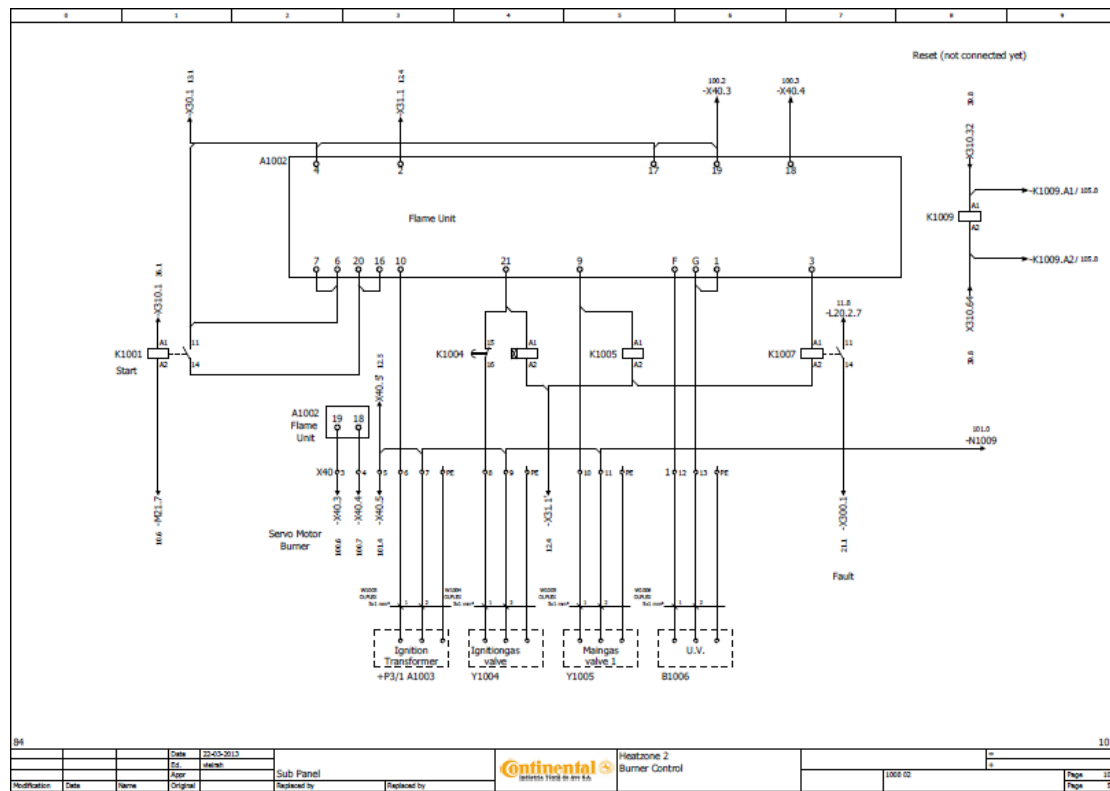



Figura 5.26 – Exemplo de ligações unidade de chama (EPLAN)

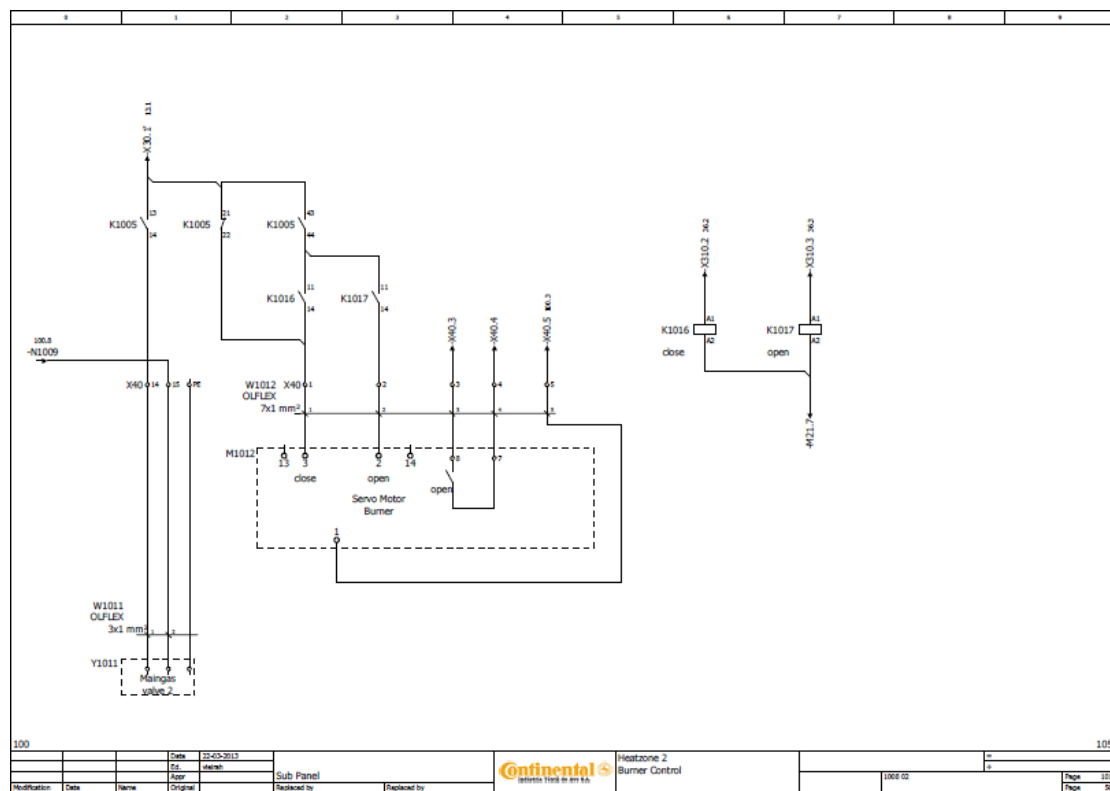



Figura 5.27 – Exemplo de ligações servo motor (EPLAN)

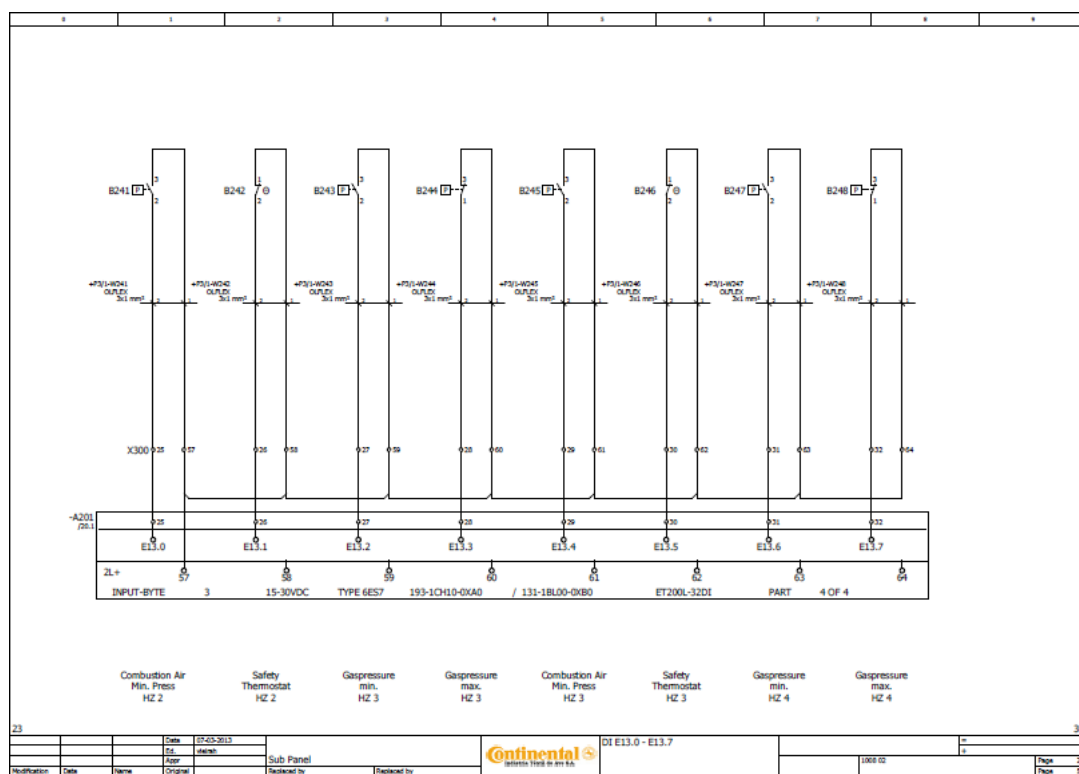



Figura 5.28 – Exemplo de ligações pressostatos, e termostatos associados aos queimadores (EPLAN)

É neste quadro que também se encontram ligadas algumas das células de carga que servem para obter os valores de tensão do tecido ao longo de várias zonas da máquina. Estas emitem um sinal de 0 a 10 V que é recebido, lido e interpretado pelo autómato.

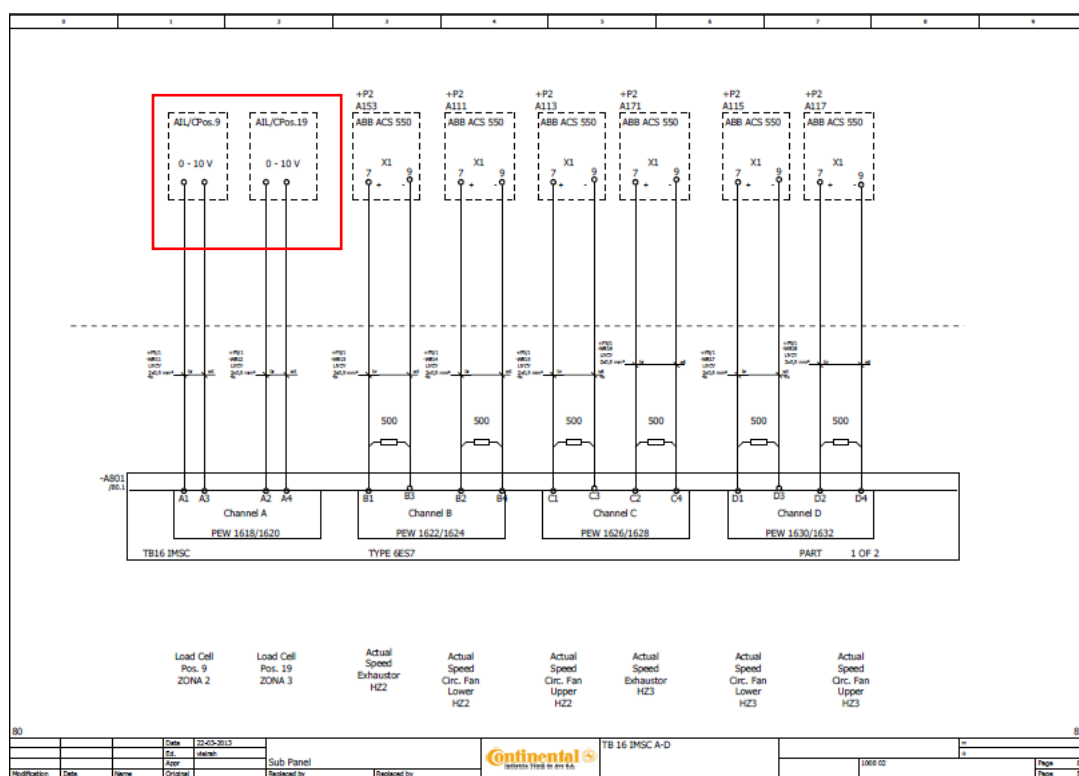



Figura 5.29 – Exemplo de ligações das células de carga (EPLAN)

As sondas de temperatura (PT 100) para controlo de temperatura no interior das estufas 2 a 4 estão também ligadas ao quadro P3/1.

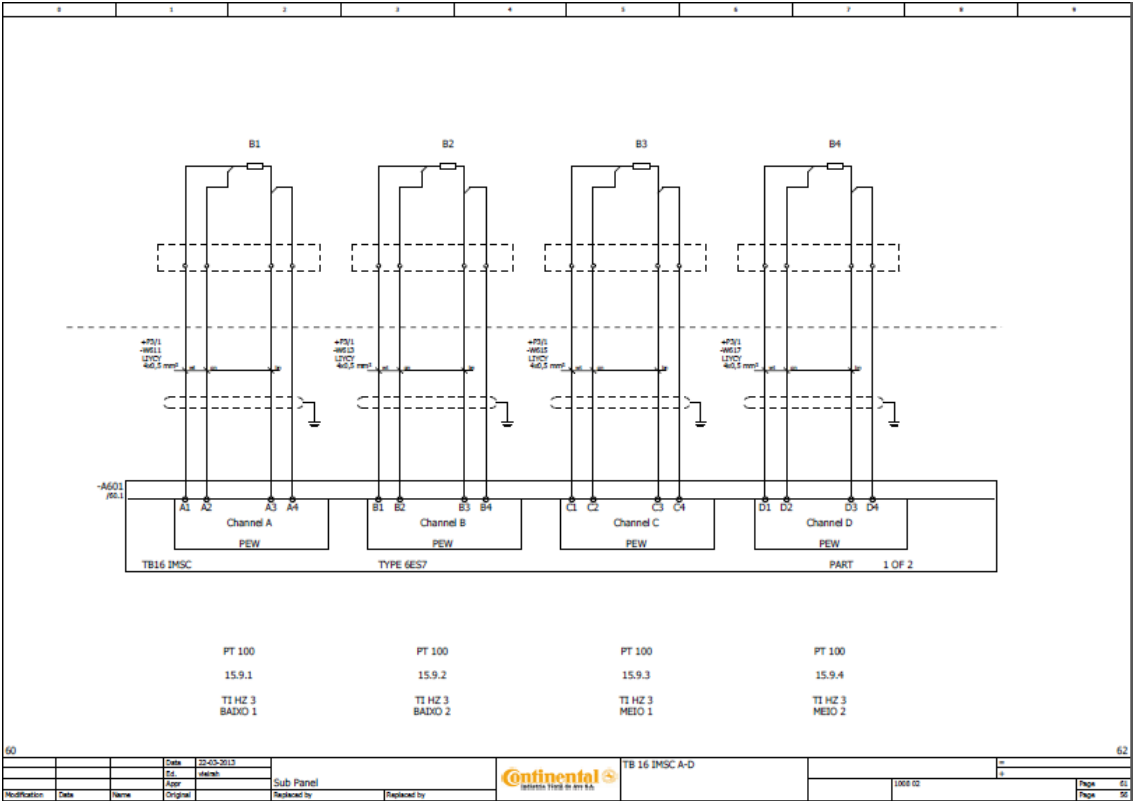



Figura 5.30 – PT 100 para controlo de temperatura no interior das estufas (EPLAN)

- **Quadro P3/2 (GBE)**

Figura 5.31 – Quadro P3/2

O quadro P3/2 é em tudo semelhante ao quadro P3/1. No entanto o quadro P3/1 controla todos os equipamentos (variadores de frequência, fins de curso, "*flame unit's*", servo motores, pressostatos, vacuostatos, PTC 100) associados às estufas 2 a 4 sendo que o P3/2 controla os associados às estufas 5 a 7.

No caso dos fins-de curso existe uma diferença pois os referentes ao vácuo 2.1 e 2.2 ligam ao quadro P3/2 ao contrário do P3/1 ao qual ligavam os vácuos 1.1 e 1.2.

- **Quadro P4 (GBE)**

Figura 5.32 - Quadro P4

O quadro P4 está associado ao painel de controlo. Aqui se faz o controlo dos botões que o utilizador pode utilizar para efetuar diversas operações na máquina tais como alterar a sua velocidade, o seu modo de funcionamento, atuar o acumulador de entrada, o motor da área de desenrolamento, entre outros. Atua também diversos equipamentos luminosos que sinalizam alarmes ou modos de operação da máquina. A este quadro encontra-se associado um computador onde corre o programa que permite ao utilizador controlar quase a totalidade da máquina (painel de comando). Este encontra-se ligado a uma tomada protegida por uma UPS.

Dois motores tratores são controlados neste quadro permitindo alterar a sua velocidade, pará-los e reverter seu sentido de rotação.

Possui, no seu interior, dois amplificadores associados às células de carga.

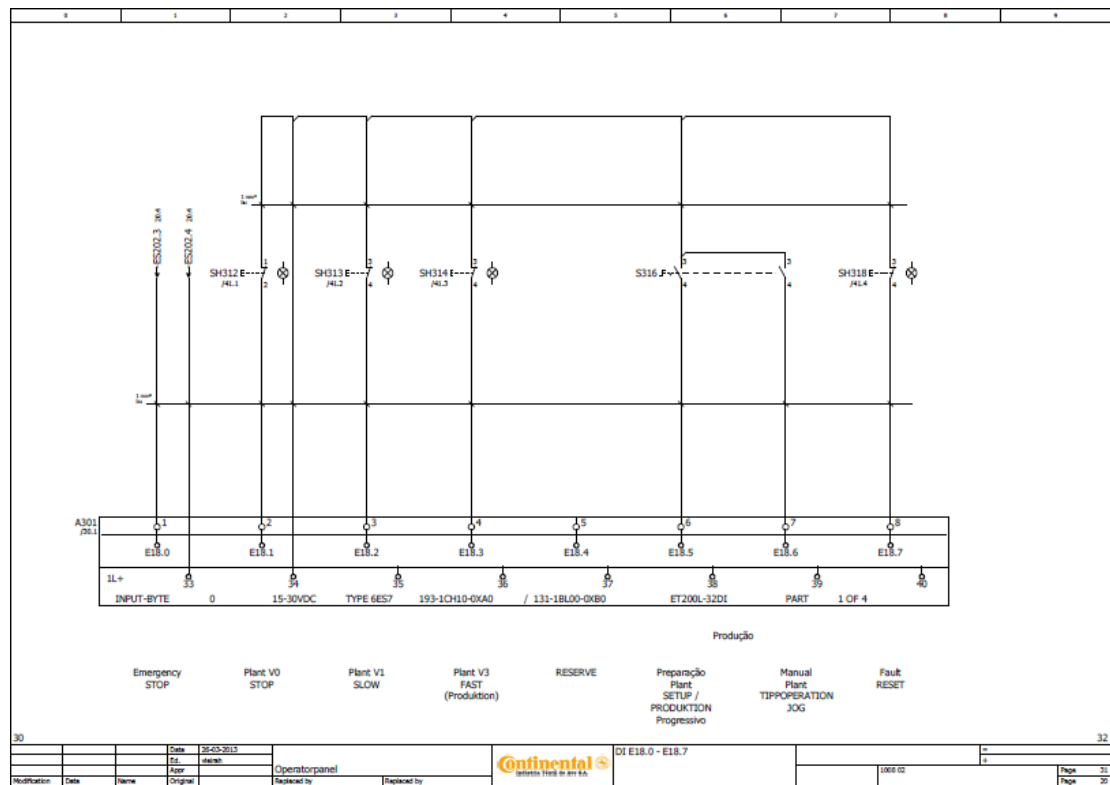



Figura 5.33 – Alguns exemplos das ligações dos botões presentes no quadro de comando (EPLAN)

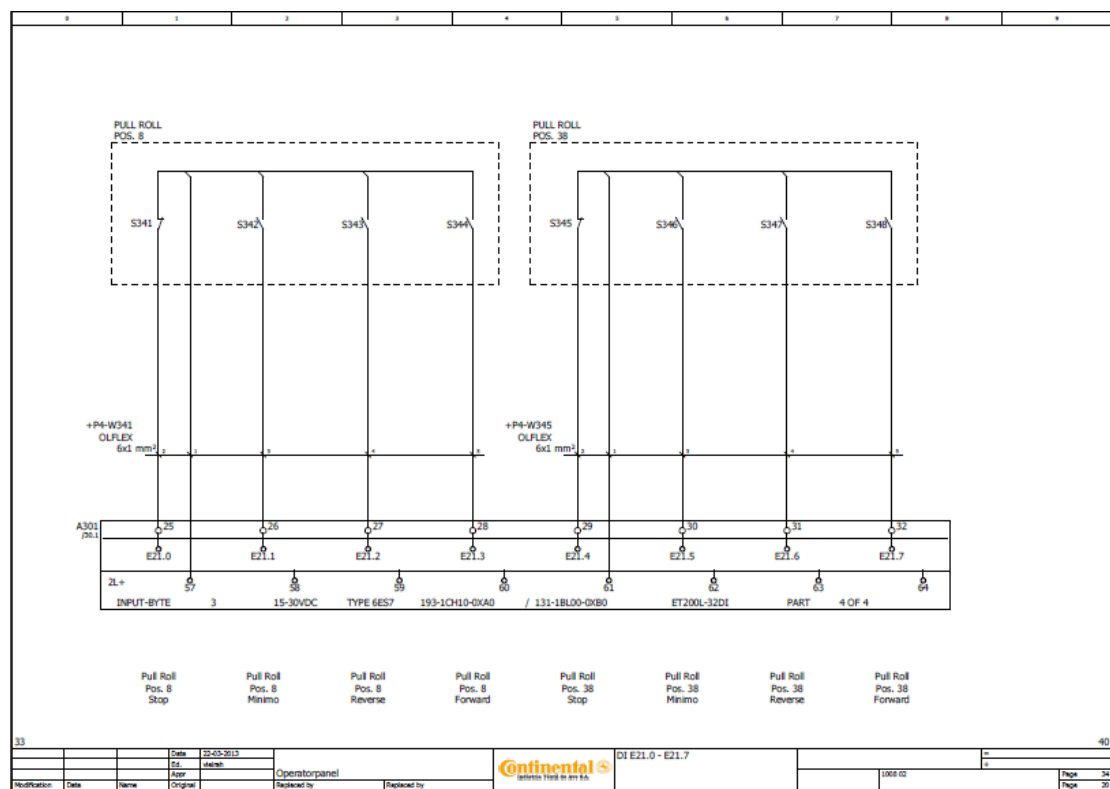



Figura 5.34 – Ligações de controlo de motores tratores (EPLAN)

- **P5/1 (GBE)**

O quadro P5/1 correspondia a um amplificador de uma célula de carga colocada junto ao motor trator da secção de desenrolamento. Esse amplificador foi colocado no interior do quadro P4 tendo por isso sido eliminado o quadro P5/1 fazendo agora este parte do quadro P4.

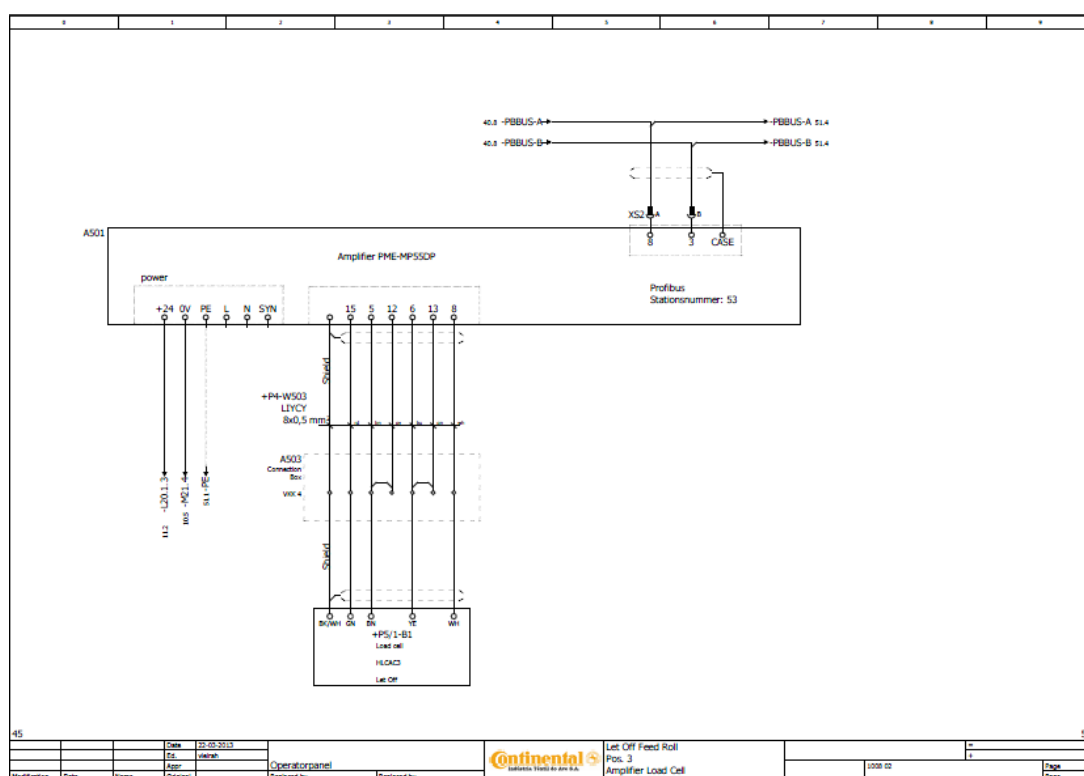



Figura 5.35 - Esquema do quadro P5/1 (amplificador de célula de carga) já colocado no esquema do quadro P4

- **Quadro P5 (GBE)**

O quadro P5 é um quadro hidráulico não tendo sido feita qualquer alteração. Existia já na empresa um desenho em AutoCAD com o esquema do mesmo.

Figura 5.36 - Quadro P5

- **Quadro P6 (GBE)**

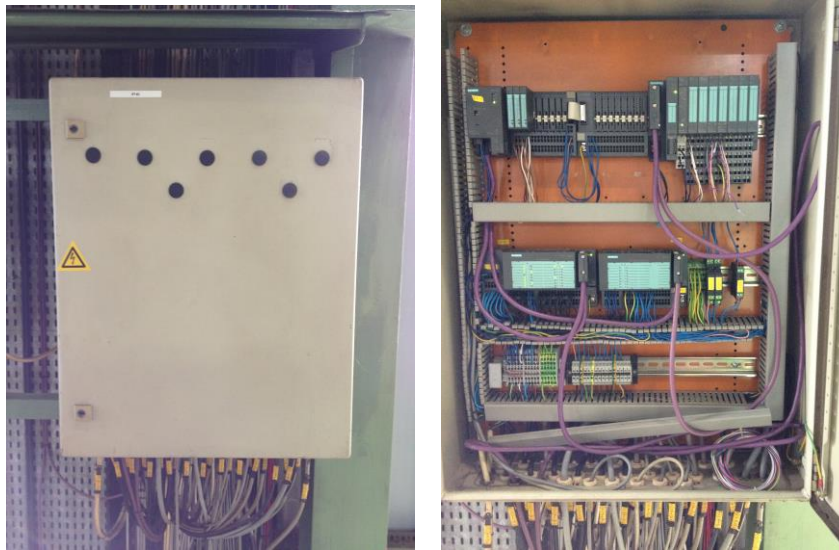



Figura 5.37 – Quadro P6

Algumas particularidades do quadro P6 que se podem mencionar são o controlo de motores tratores à semelhança do que acontecia no quadro P4, o controlo parcial das facas para amaciar o tecido e controlo do sistema de lubrificação da máquina.

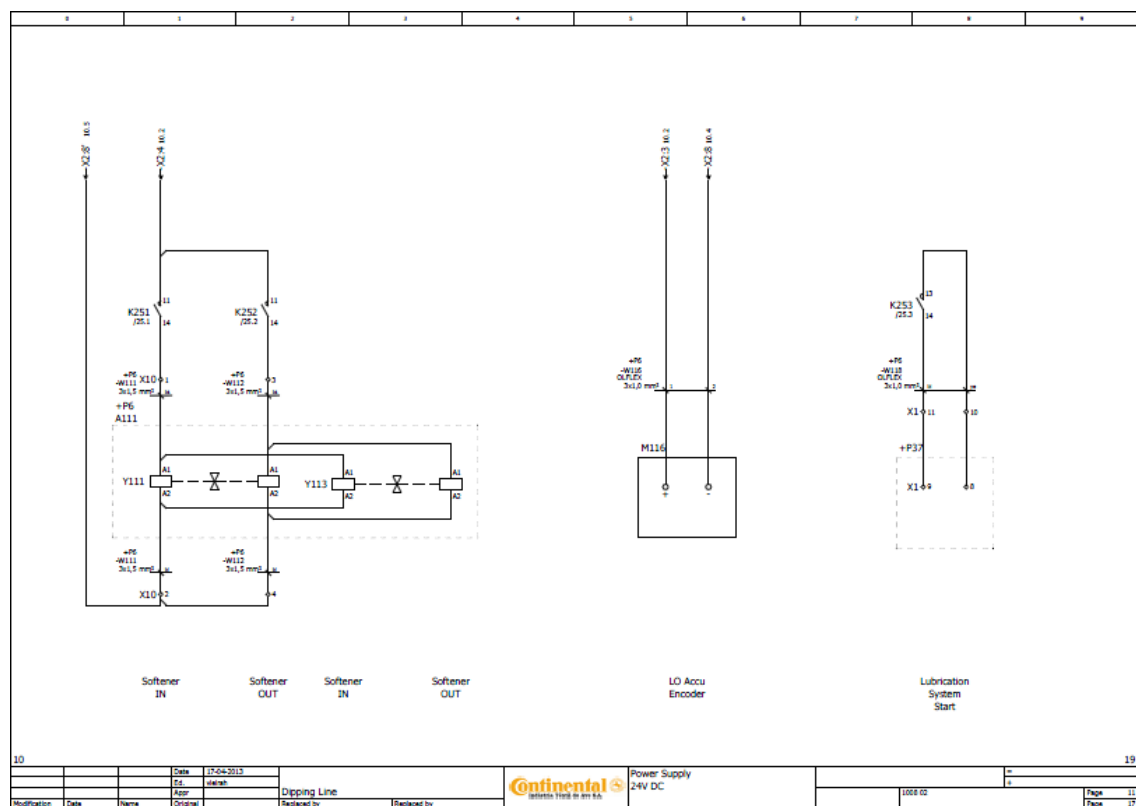



Figura 5.38 - Exemplo de parte do esquema de controlo das facas e de ativação do sistema de lubrificação (EPLAN)

- Quadro *Benninger* (ampliação da Zell – criação da estufa 1) realizado pela *Benninger Zell GmbH*

Figura 5.39 – Quadro *Benninger* (ampliação da Zell)

O quadro *Benninger* é um quadro com uma dimensão e complexidade considerável. Este quadro foi adicionado quando se deu um aumento na máquina Zell tendo sido adicionada uma nova estufa, a atual estufa 1.

A ele estão associados diversos equipamentos. Pode-se imaginar este quadro como sendo uma “cópia” dos quadros anteriores que controlavam as atuais estufas 2 a 7. No entanto ao passo que para essas estufas existiam diversos quadros para a estufa 1 quase a totalidade das partes de potência e controlo se encontram presentes neste quadro.

Quando foi terminada a análise e o desenho dos quadros da GBE faltava ainda analisar e documentar o quadro da *Benninger* uma vez que este fazia parte de um dos quadros mais relevantes da instalação. Quando se iniciou a análise do esquema antigo verificou-se que este era dos esquemas que mais alterações tinha sofrido. Além de nesta altura o tempo ser escasso ainda se constatou que os ficheiros EPLAN de versões anteriores que a empresa possuía eram impossíveis de importar para o EPLAN P8. Com o tempo que restava realizar a análise e desenho de todo o quadro elétrico poderia não deixar tempo para realizar os restantes objetivos que se pretendiam com este trabalho. A única hipótese seria contactar os responsáveis pela execução do projeto inicial do quadro para que enviassem o esquema original e se pudesse documentar as respetivas alterações. Procedeu-se então ao envio de um *e-mail* para o Eng. Joachim Barth da empresa alemã *Benninger*. Este por sua vez contactou o Eng. Karsten Beutler (*Engineering Hardware*) que prontamente enviou os ficheiros necessários em EPLAN 5 sendo estes posteriormente importados para EPLAN P8. Com isto, economizou-se o tempo de fazer o traçado integral do quadro em EPLAN. No Anexo A encontra-se a evidência da troca de *e-mails*.

Citar aqui todas as particularidades deste quadro tornar-se-ia muito extensivo. O documento final em EPLAN deste quadro contém 129 páginas. No entanto, importa aqui focar alguns aspetos mais relevantes.

A estufa 1 à semelhança das restantes 6 estufas possui um ventilador de baixo, um ventilador de cima e um exaustor. A este quadro, estão ainda ligados os vácuos 1.1 e 1.2 que se encontram localizados à saída da tina 1 e à entrada da estufa 1 para remover o soluto em excesso antes de o tecido dar entrada na estufa 1. Ao contrário das restantes estufas a estufa 1 possui dois motores queimadores (A e B). Estão também ligadas a este quadro as respetivas sondas de temperatura PT100 que efetuam o controlo da temperatura no interior da estufa 1. Foi acrescentado um motor trator, o *Pull Roll P1*, pois com o aumento da dimensão da máquina maior a dimensão e peso do tecido que por ela passa e portanto mais força é exercida pelos motores para o fazer circular ao longo desta. Particularidades como os travões dos motores, os ventiladores dos motores, as células de carga, o controlo do ângulo das facas entre outras também se encontram associadas a este quadro.

A configuração geral do quadro pode ser visualizada nas imagens a seguir apresentadas. Estes esquemas são já os atualizados pois existiam alterações face aos originais que foram constatadas aquando da análise do quadro.

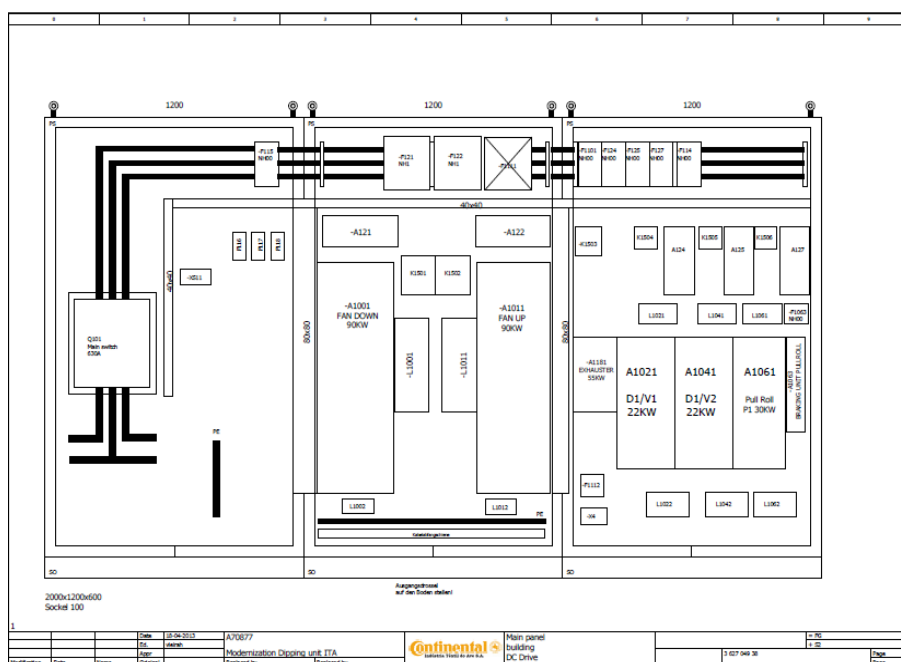



Figura 5.40 – Configuração do quadro *Benninger* (EPLAN)

As três primeiras partes do quadro (fig. 5.40) contêm a parte de potência. Disjuntor de corte geral, fusíveis de elevado calibre de proteção, transformadores e variadores de frequência correspondentes ao ventilador de baixo (*fan down 90 kW*), ventilador de cima (*fan up* 90 kW), exaustor (*exhauster* 55 kW), vácuos (D1/V1 e D1/V2 – 22 kW), motor trator (*pull roll P1* 30 kW) e unidade de travagem do motor trator.

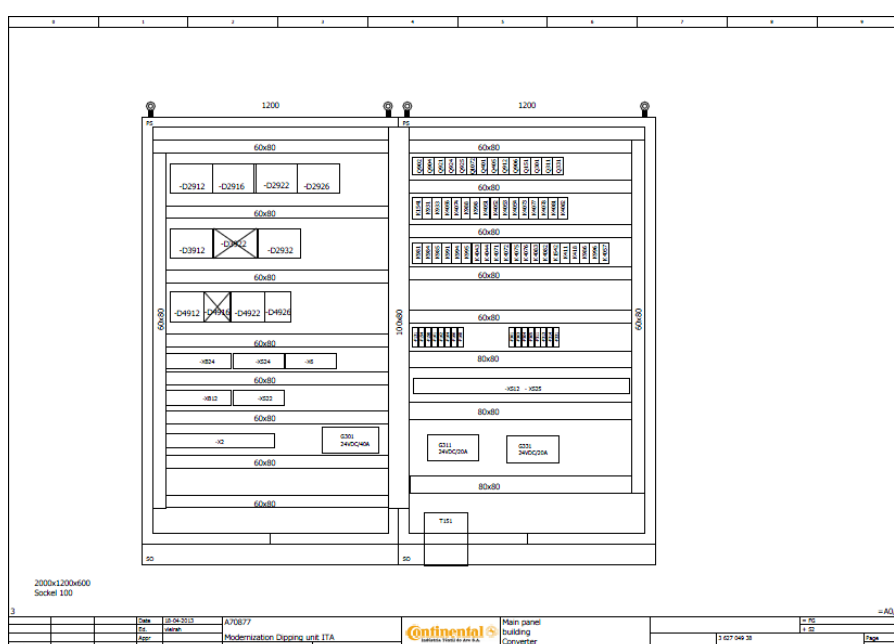



Figura 5.41 – Configuração do quadro *Benninger* (EPLAN)

As restantes partes do quadro elétrico (fig. 5.41) são de controlo contendo as cartas de expansão do autómato onde ligam entradas e saídas analógicas e digitais, caixas de bornes, contatores, fusíveis, três conversores AC/DC e um transformador.

Ao longo da análise do quadro constatou-se que alguns cartas expansoras tinham sido removidas e com elas as respetivas ligações, o que alterou substancialmente o esquema elétrico do quadro. Algumas páginas foram integralmente removidas sendo necessário verificar a continuidade das ligações entre páginas do esquema.

Alguns exemplos do esquema elétrico deste quadro e sua respetiva descrição são apresentados a seguir.

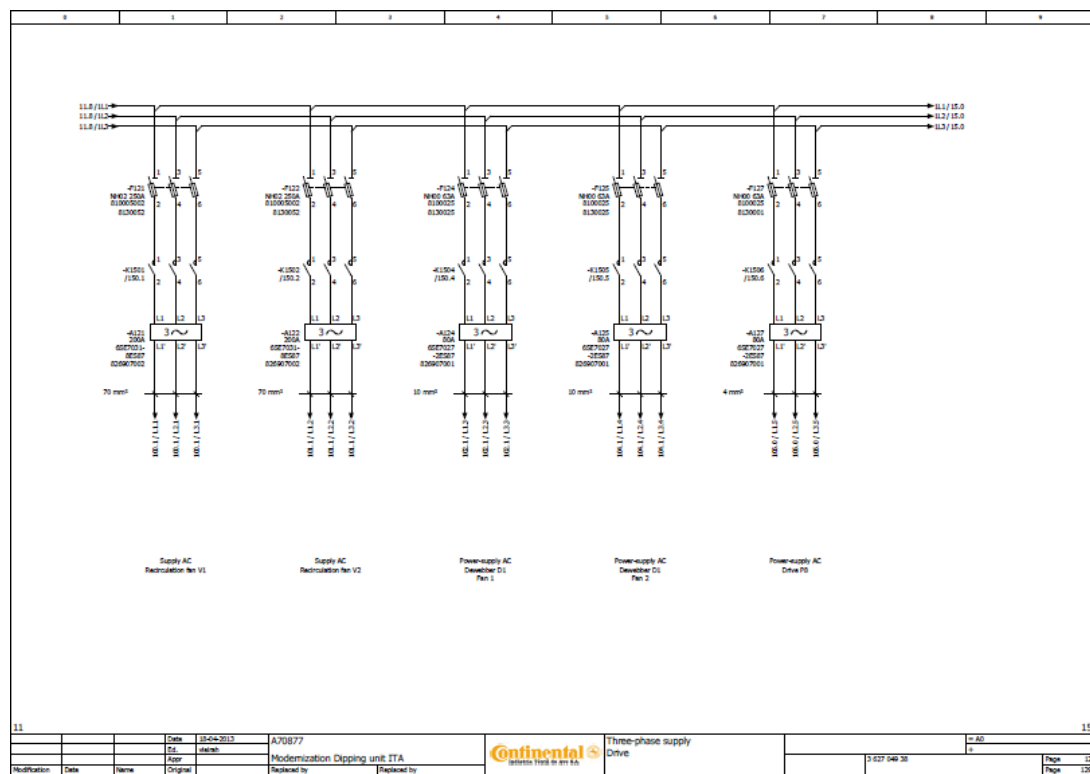



Figura 5.42 – Alimentação trifásica de motores (EPLAN)

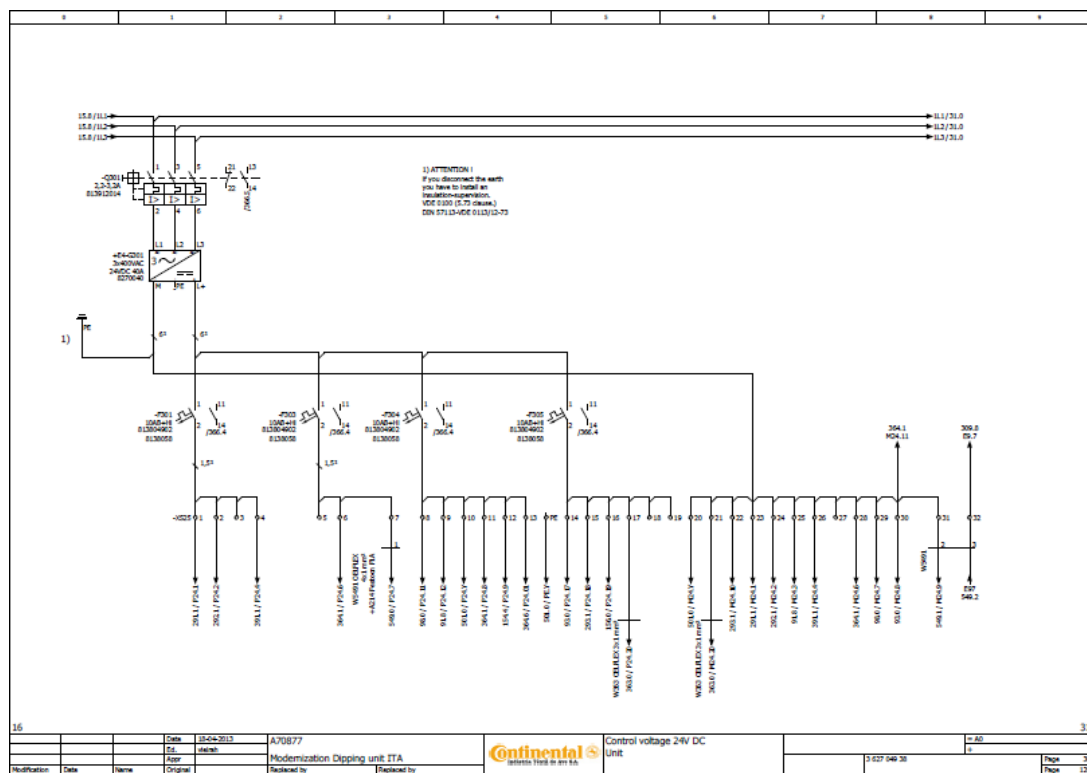



Figura 5.43 – Distribuição de 24 V (EPLAN)

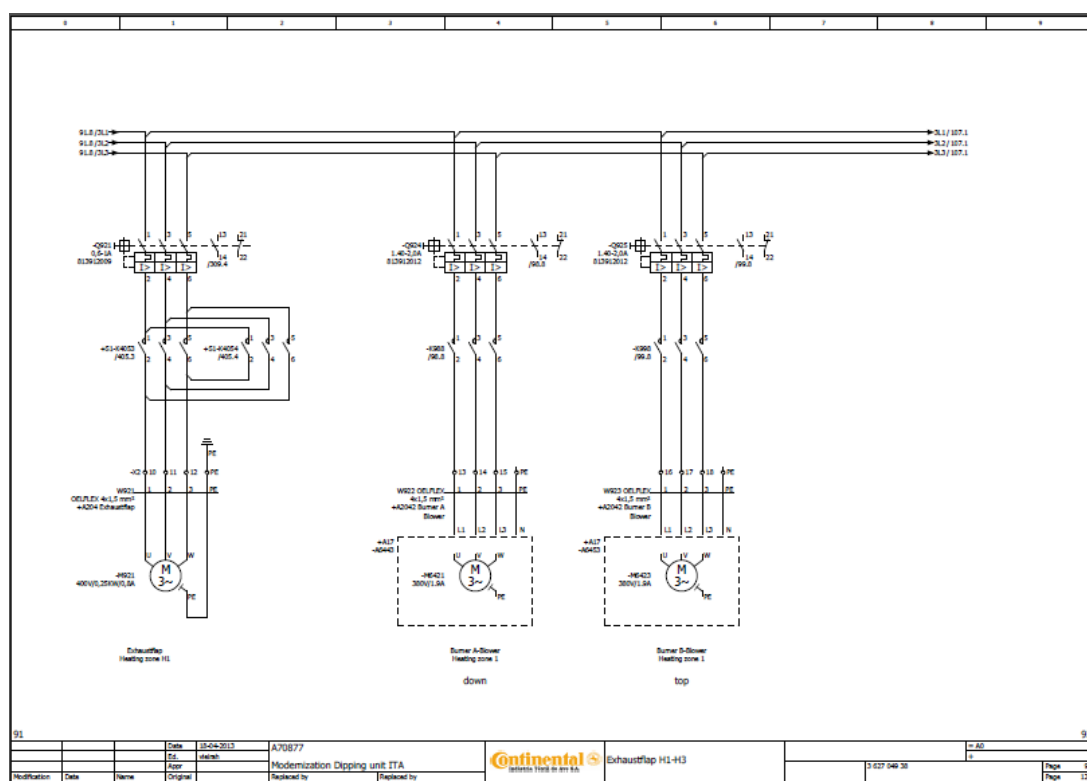



Figura 5.44 – Alimentação dos motores dos dois queimadores da estufa 1 (EPLAN)

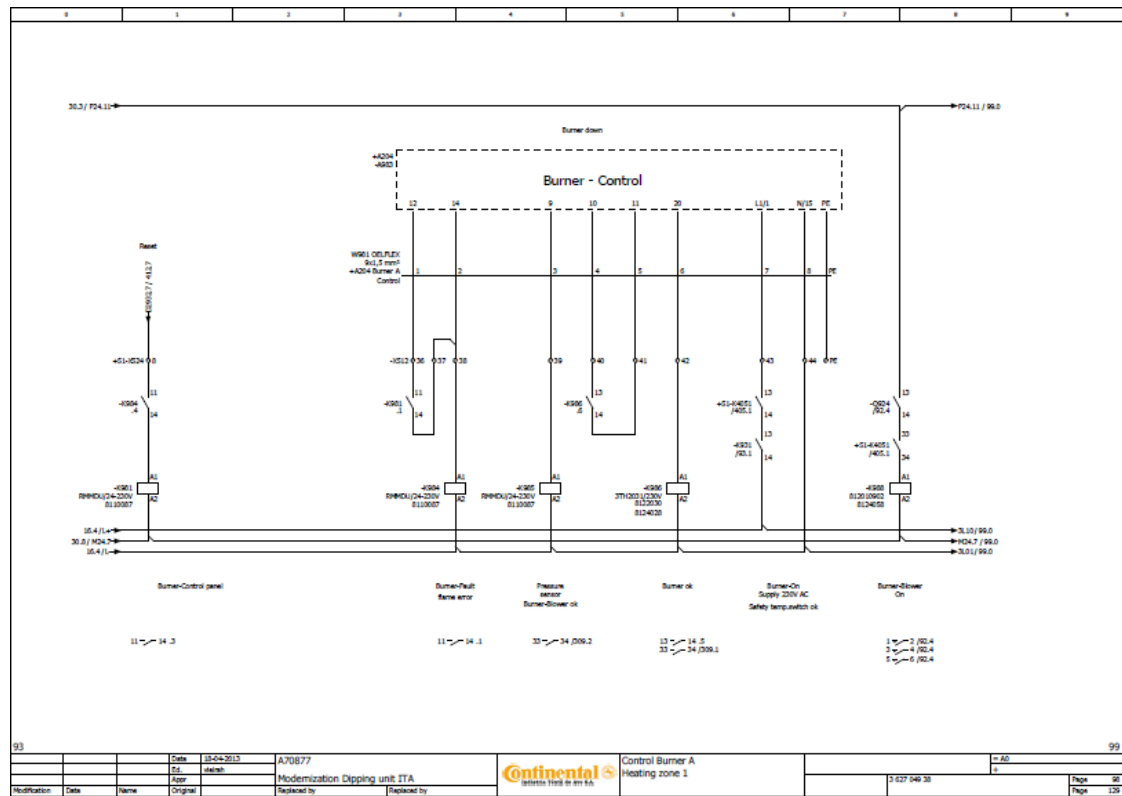



Figura 5.45 – Controlo do queimador da estufa 1 (EPLAN)

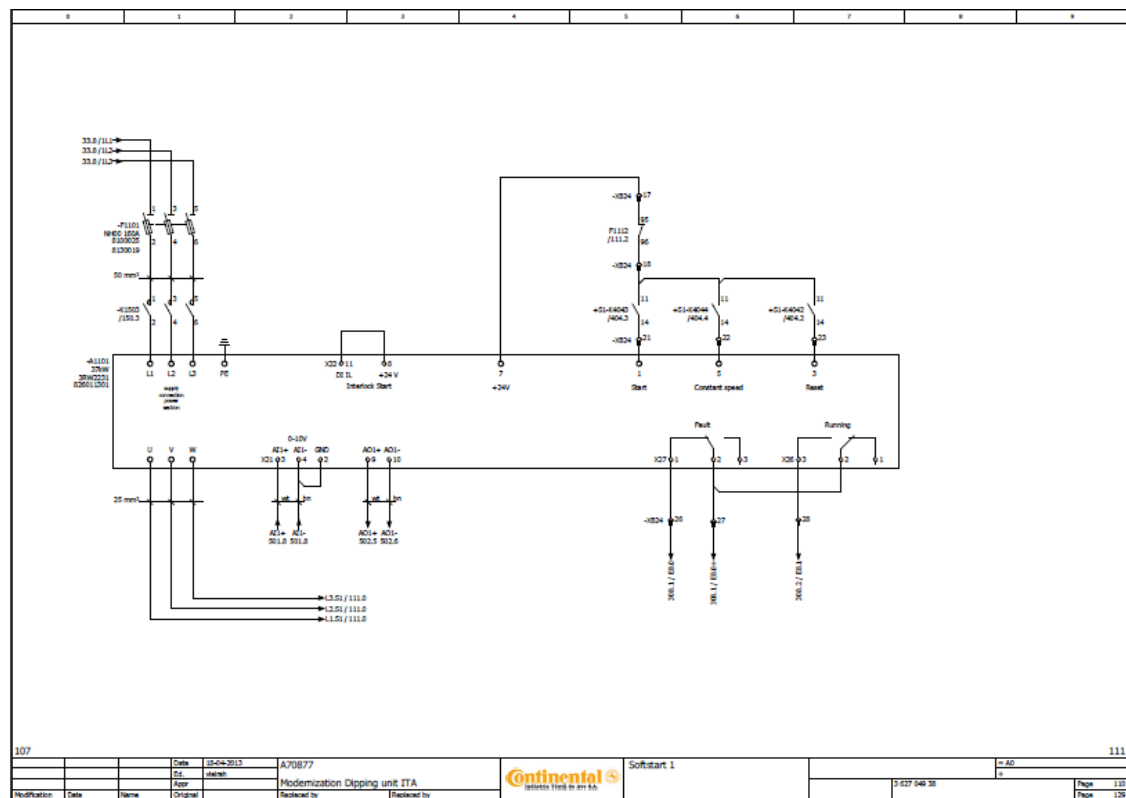



Figura 5.46 – Ligações de controlo do variador de frequência do exaustor da estufa 1 (EPLAN)

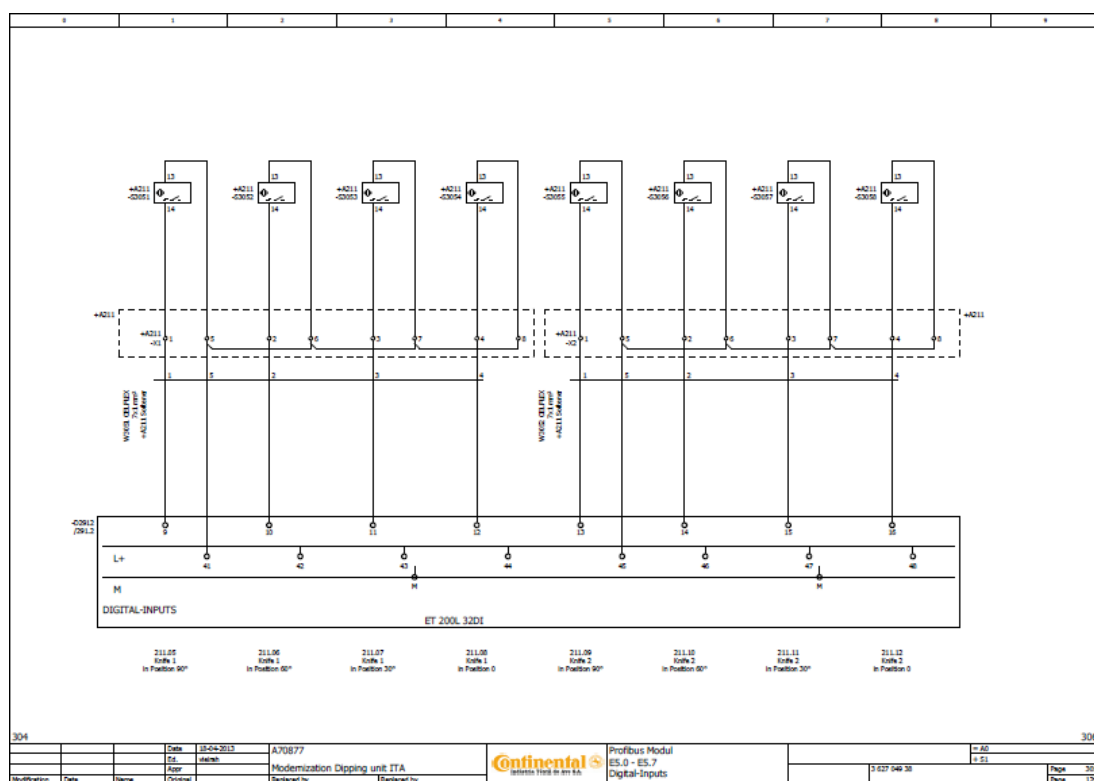



Figura 5.47 – Controlo do ângulo das facas *inputs* digitais (EPLAN)

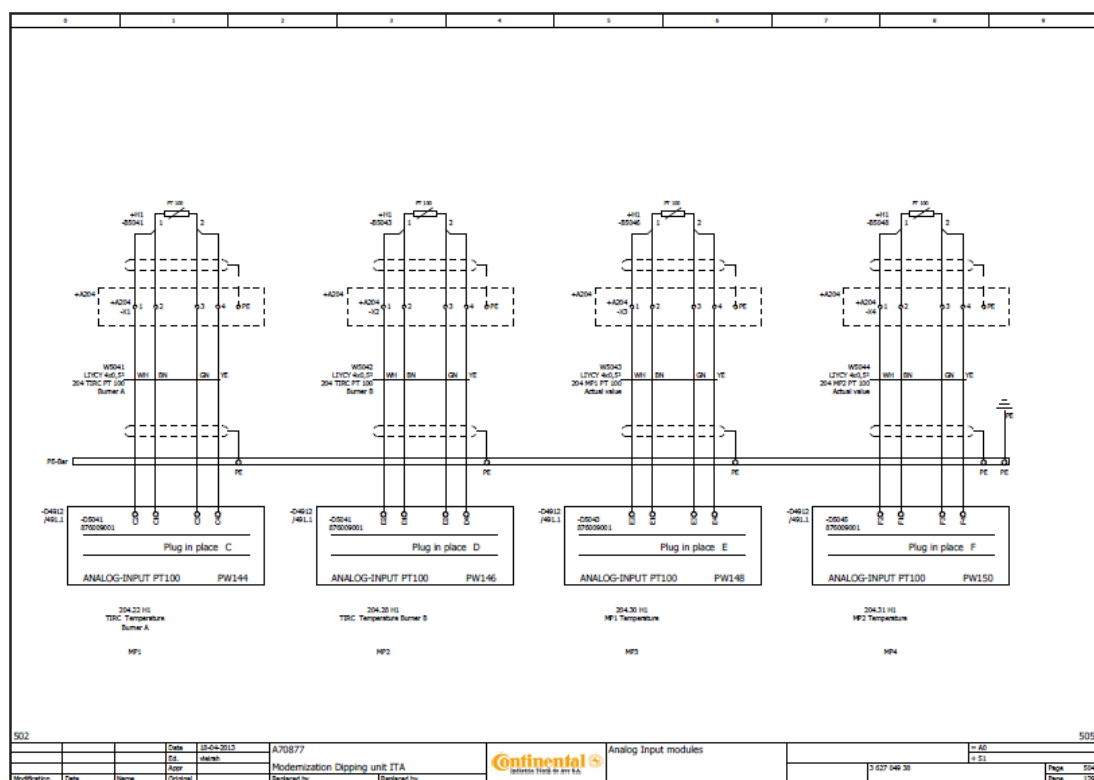



Figura 5.48 – Controlo das PT100 da estufa 1 *inputs* analógicos (EPLAN)

Deve-se aqui salientar que este quadro foi de difícil análise devido ao desconhecimento da instalação e dificuldade sentida em encontrar os componentes que se encontravam nos esquemas. Depois de terem sido feitos os esquemas elétricos dos quadros referentes às

estufas 2 a 7 já se possuía um bom conhecimento da instalação e portanto da localização dos componentes que compunham os esquemas elétricos. Quando se iniciou a análise deste quadro voltou a existir o mesmo problema pois os componentes não se encontravam dispostos na máquina da mesma forma que no caso anterior dificultando assim a busca dos mesmos ao longo dos sete pisos da Zell.

Uma das alterações que importa aqui mencionar para que exista noção do trabalho que uma pequena alteração pode dar a analisar relaciona-se com o quadro P25 que se encontra ligado ao quadro da *Benninger*. Este quadro é composto por dois amplificadores digitais que efetuam o controlo de válvulas hidráulicas relacionadas com o acumulador de saída.

Quando se analisava o quadro da *Benninger* constatou-se que dois cabos estavam desligados e não continham qualquer nomenclatura. De imediato houve a necessidade de descobrir a sua proveniência. Após alguma pesquisa na instalação e informações retiradas com funcionários da ITA concluiu-se que poderiam estar ligados a alterações no quadro P25.

Ao abrir o quadro P25 verificou-se que essa conclusão era correta. No entanto, esses cabos encontravam-se também no quadro P25 desligados. Foi então analisado o que poderia ter sido alterado/removido.

Ao analisar o quadro verificou-se que os amplificadores eram distintos e portanto um deles tinha sido alterado. Verificou-se ainda que um dos *inputs* do novo amplificador era agora controlado por um reóstato presente no quadro que outrora provinha de um sinal de controlo dos cabos que estavam desligados e que anteriormente estavam ligados a uma das cartas expansoras do quadro *Benninger* (*analog input* 0-10 V).

A confirmação podia ainda ser obtida verificando que no amplificador que não tinha sido alterado o *input* continuava a chegar de dois cabos que ligavam à carta expansora.

Em conclusão, o amplificador antigo continua a receber um sinal de controlo da carta expansora. O amplificador novo recebe agora um *input* através de um reóstato presente no quadro. As seguintes alterações teriam então que ser documentadas:

- Mudança de amplificador o que acarreta analisar todos os *inputs* e *outputs* do mesmo e documentar as respetivas ligações tais como a do reóstato;
- Anulação dos dois cabos de controlo que agora estão desligados na carta expansora e no quadro P25.

Figura 5.49 – Quadro P25 (pormenor do reóstato à esquerda e amplificadores à direita)

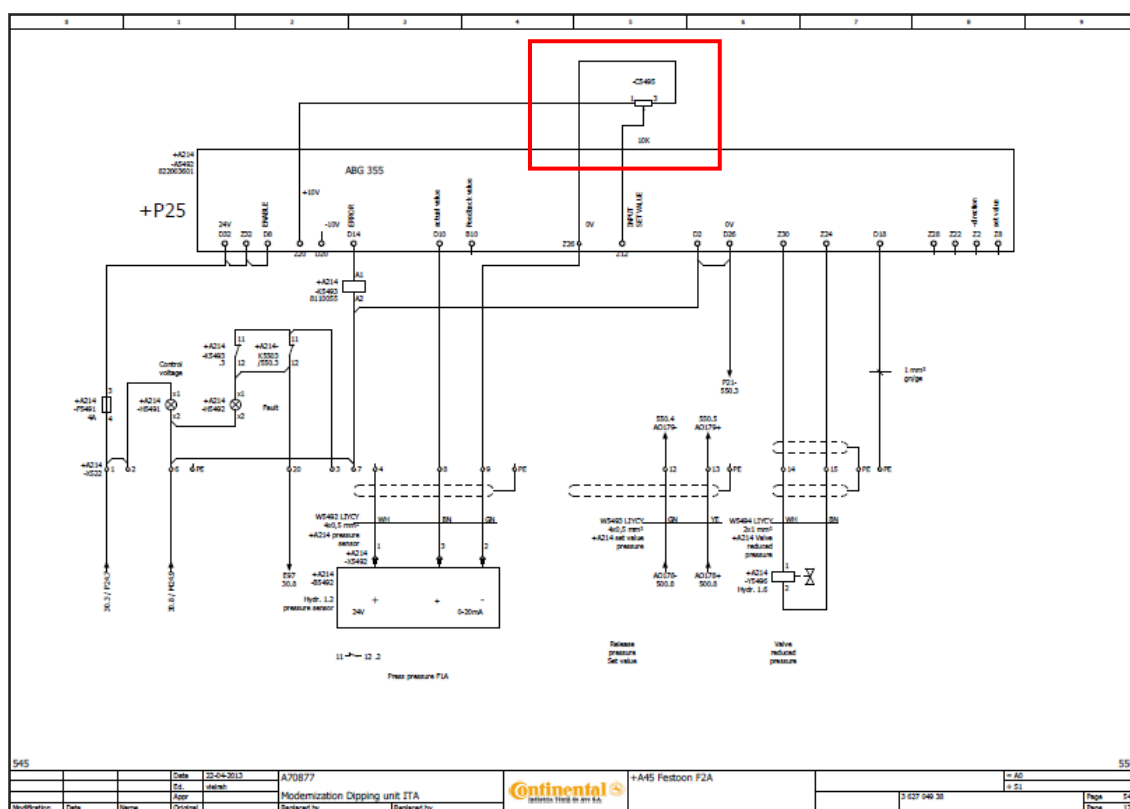



Figura 5.50 – Quadro P25 com reóstato e respetivas ligações em ênfase – novo amplificador (EPLAN)

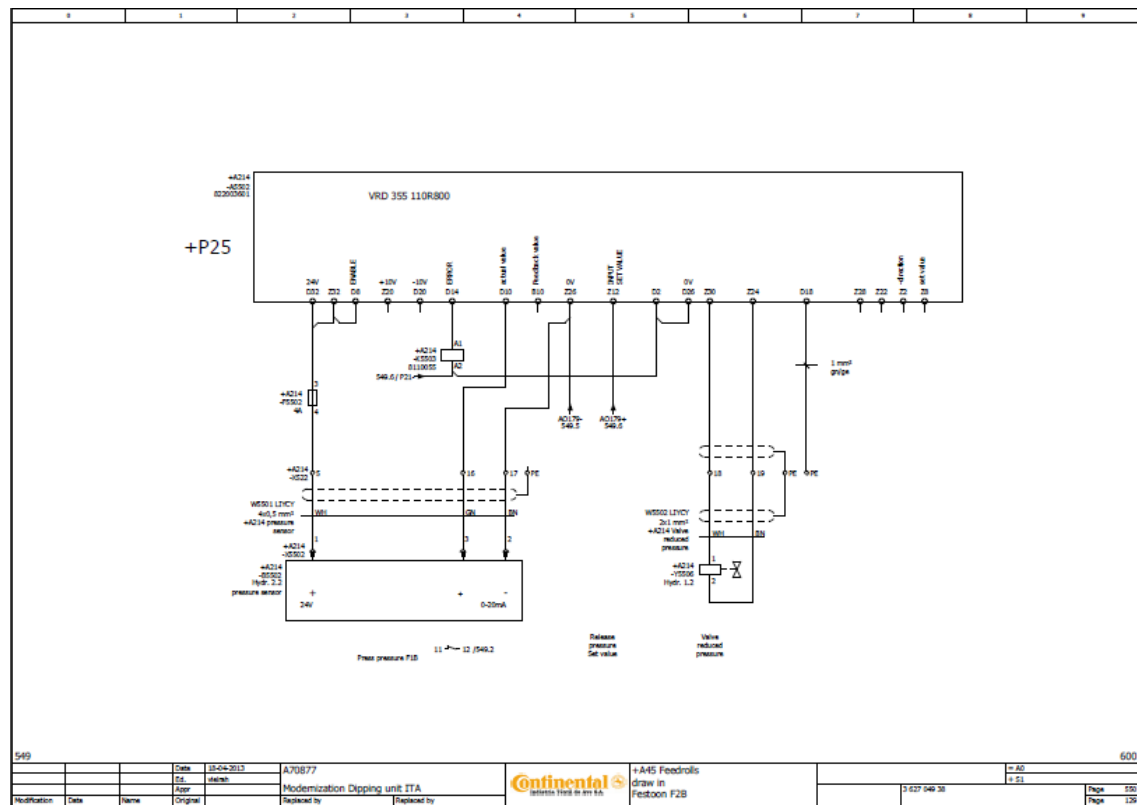



Figura 5.51 – Quadro P25 - amplificador antigo (EPLAN)

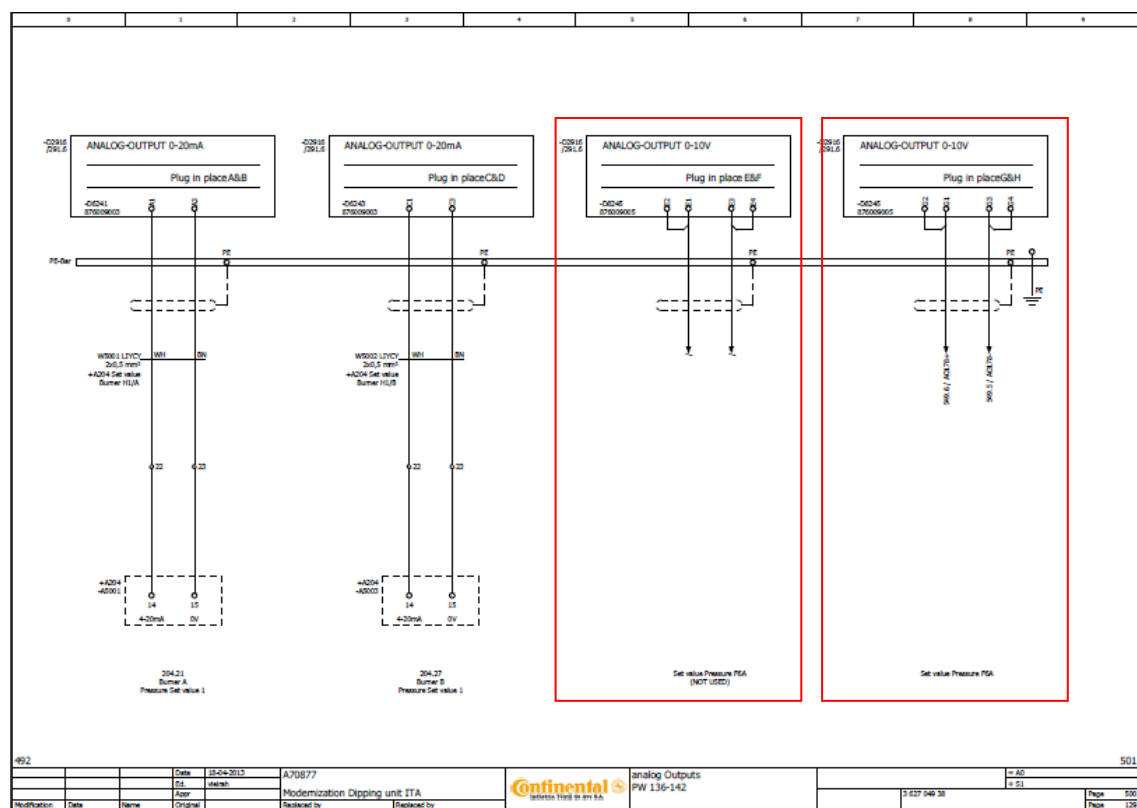



Figura 5.52 – Sinal de controlo para o quadro P25 (EPLAN): Esquerda - novo amplificador (cabo e sinal inutilizados); Direita - amplificador inicial (cabo e sinal continuam a ser utilizados)

- **Grupo dos "Quadros Pequenos" da Zell**

  - ***Dipstation***

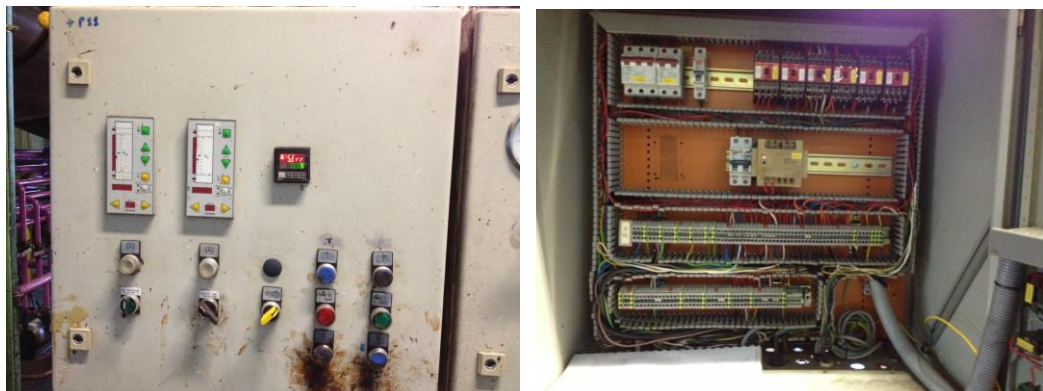



Figura 5.53 – Quadro *Dipstation*

  - ***Center guide***

Figura 5.54 - Quadro *Center guide*

  - ***Over temperature***

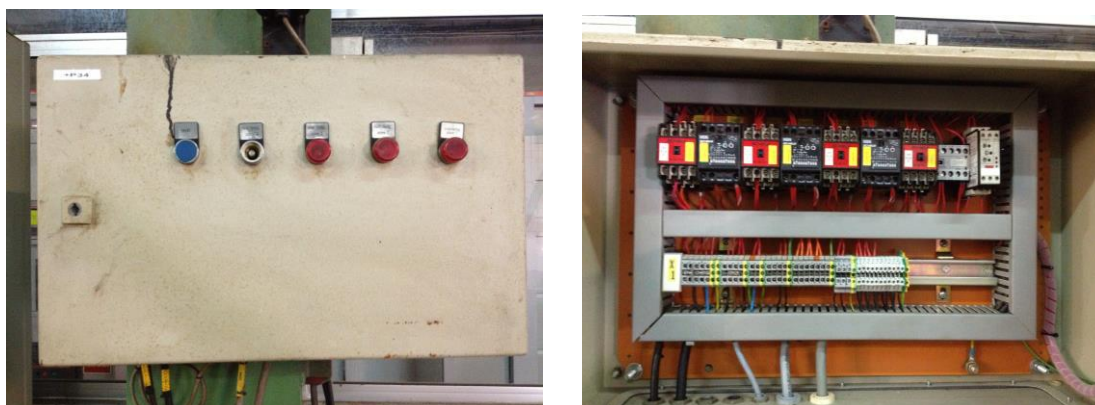



Figura 5.55 – Quadro *Over temperature*

Os "quadros pequenos da Zell" são assim chamados pela sua dimensão. São quadros desenhados para desempenhar uma tarefa específica. Estes encontram-se colocados ao longo

dos vários pisos da máquina Zell próximos da sua zona de atuação. Apesar de aparecerem em grande quantidade são quadros que se repetem.

Foram analisados e feitas as devidas alterações nos esquemas EPLAN correspondentes. Podem-se aqui citar aqui algumas características:

- Os quadros "*Dipstation*" (P11 e P16) correspondem aos quadros de controlo das tinas. São alimentados a partir do quadro P2;
- O quadro "*Center guide*" é alimentado a partir do quadro da *Benninger* e controla células de alinhamento de tecido. Permite escolher entre o ajuste automático ou manual. No caso manual o responsável deve utilizar os botões do quadro para o efeito. No caso automático o alinhamento é feito de forma automática;
- Os quadros "*Over temperature*" (P34 e P35) são quadros de sinalização de excesso de temperatura no interior das estufas através de uma leitura efetuada por um termostato. Ao quadro P34 foi posteriormente adicionada uma nova zona correspondente à estufa 1.

No final, quase a totalidade dos quadros da Zell foram analisados e atualizados no EPLAN tendo-se atingido os objetivos para além do que inicialmente se esperava.

Para mais esclarecimentos deverão ser consultados os esquemas elétricos finais que são agora posse da ITA.

5.2.3 – Leitura, desenho e importação dos esquemas elétricos em EPLAN ELECTRIC P8

- **Leitura dos esquemas elétricos**

De seguida irá ser dada uma breve explicação de como se devem ler e interpretar os esquemas em EPLAN. Existem inúmeras particularidades associadas à sua leitura no entanto apenas algumas serão abordadas.

Figura 5.56 – Ler esquemas EPLAN

Na imagem acima é apresentada uma página de um esquema elétrico em EPLAN. Desta se podem retirar algumas informações:

- No próprio *layer* do esquema pode-se visualizar o número total de páginas (77), número da página atual (12), anterior (11) e seguinte (13);
- Colunas numeradas de 0 a 9. Estas são importantes para as referencias cruzadas e para o tipo de numeração utilizada como se explica a seguir.

Repare-se que o fusível F121 se encontra na página 12 coluna 1 daí ter sido numerado como F121. O cabo +P2-W121 segue igualmente o mesmo raciocínio. Este tipo de numeração facilita a identificação dos cabos e equipamentos da instalação quando se efetua o trabalho de campo. Se todos os equipamentos e cabos tiverem devidamente identificados é possível fazer uma rápida associação destes com a sua localização nos esquemas elétricos (página e coluna onde se encontram).

A nomenclatura dos equipamentos e cabos a que se fez referência não é obrigatória nem uma predefinição do EPLAN. No entanto trás diversas vantagens como foi referido. Além

dessas vantagens a instalação já se encontrava identificada (com algumas falhas) de acordo com a numeração dos esquemas elétricos antigos não fazendo sentido ser modificada pois nesse caso teria que se proceder à identificação de todos os constituintes da instalação elétrica.

Durante o desenho dos esquemas manteve-se então a mesma nomenclatura para que as identificações já colocadas na instalação continuassem a ser validas.

As referências cruzadas são também uma forma de facilitar a leitura dos esquemas. Na imagem acima visualiza-se na entrada das linhas L1,L2 e L3 um pequeno número (11.9 → "número de página.número da coluna") que indica a proveniência destas. Igualmente na saída das linhas aparece o número 13.0 indicando assim que haverá continuidade para a página seguinte (13) e aparecerá na coluna 0. Este caso é um exemplo de que a linha de potência irá ter continuidade noutras páginas do esquema e com as referências cruzadas é possível sempre fazer o seguimento da mesma.

Um outro exemplo das referências cruzadas talvez mais claro que o anterior encontra-se no contacto K1015. Por baixo da indicação do número do contacto está uma referência cruzada (/101.5) para a página 101 coluna 5. Veja-se então a imagem a seguir.

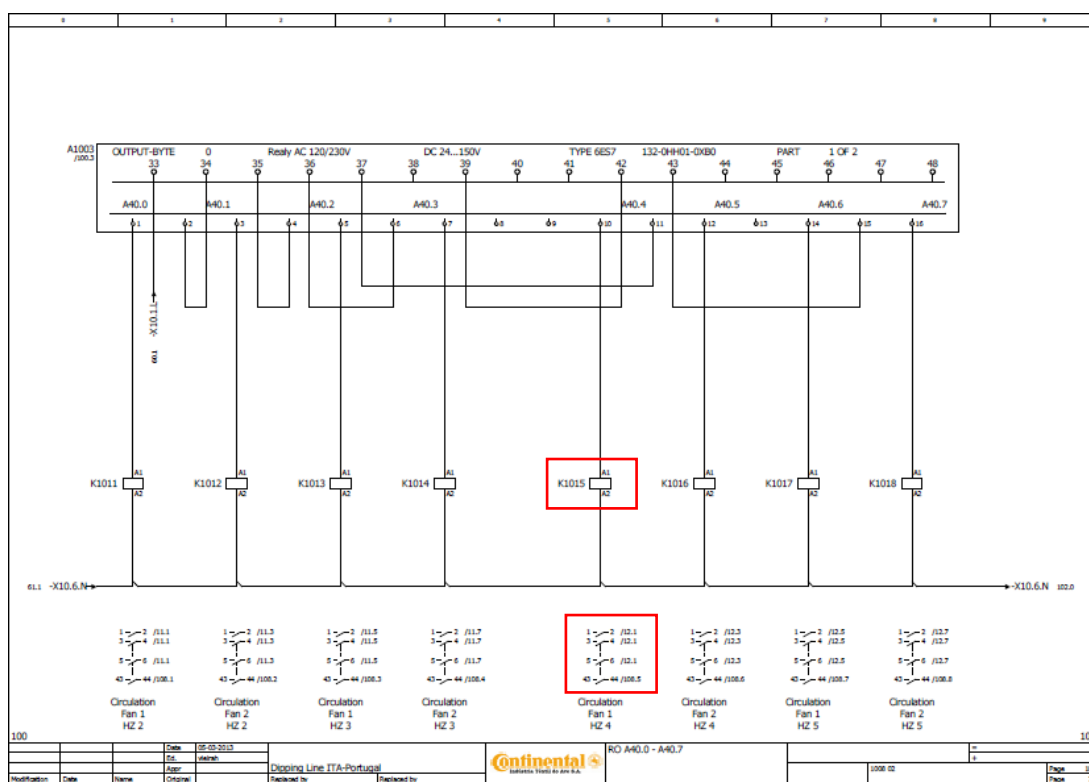



Figura 5.57 - Ler esquemas EPLAN

Na página 101 coluna 5 encontra-se então o relé K1015. Este relé possui e atua como é indicado na imagem acima os contactos 1,2,3,4,5,6 que estão na página 12 coluna 1 (/12.1) e

os contactos 43 e 44 na página 108 coluna 5 (/108.5) que se podem visualizar na página abaixo.

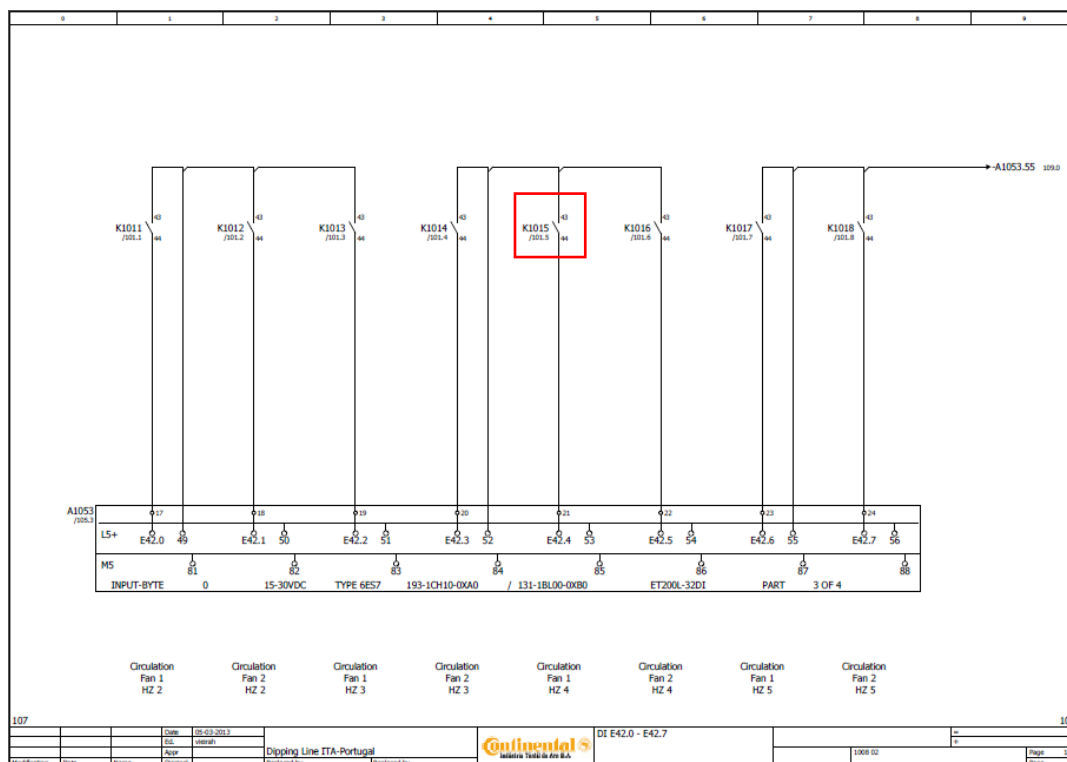



Figura 5.58 – Ler esquemas EPLAN

As referências cruzadas podem então ser sintetizadas com o seguinte texto retirado do manual de utilizador do EPLAN ELECTRIC P8:

"Os dispositivos podem ser constituídos por diferentes elementos e estar distribuídos através de varias paginas de esquema. Também pode tornar-se necessário de representar um dispositivo várias vezes. Nestes casos as referencias-cruzadas marcarão a relação de componentes individuais entre si. Uma referência-cruzada mostrará onde se encontra a respetiva parte de um dispositivo no esquema. Com a ajuda das referencias-cruzadas é possível achar com segurança um componente ou componentes relacionados no meio de uma grande quantidade de páginas." [10]

- **Desenho dos esquemas elétricos**

Antes de se iniciar o desenho dos esquemas elétricos em EPLAN foram criados dois *templates*. Um *template* para a página de rosto (frontispício) e um *template* para o *layer* dos esquemas contendo o logotipo da empresa e as informações essenciais.

F26_001

Company / customer — Continental ITA-Portugal
Project description — Dipping Line ITA-Portugal
Drawing number — 1008 02
Commission

Manufacturer (company)

Path
Project name — P2
Make
Type
Place of installation — P2
Responsible for project
Part feature

Created on 14-02-2013
Edit date 12-04-2013 by (short name) vieirah Number of pages 77

Dipping Line ITA-Portugal
Frontpage

Figura 5.59 – Página de rosto (frontispício)

Figura 5.60 – Layer

È ainda possível gerar diversos relatórios de forma automática, como por exemplo: índice de páginas, diagramas de bornes, lista de cabos utilizados, descrição de materiais.

Table of contents

Column X: An automatically generated page was edited F06_001

Page	Page description	Supplementary page field	Date	Edited by	X
=+/71	TB 16 IMSC A-D		28-03-2013	vieirah	
=+/72	TB 16 IMSC E-D		28-03-2013	vieirah	
=+/73	TB 16 SC A-D		28-03-2013	vieirah	
=+/74	TB 16 SC E-H		28-03-2013	vieirah	
=+/80	TB 16IMSC + TB 16SC		13-03-2013	vieirah	
=+/81	TB 16 IMSC A-D		05-04-2013	vieirah	
=+/82	TB 16 IMSC E-H		28-03-2013	vieirah	
=+/83	TB 16 SC A-D		13-03-2013	vieirah	
=+/84	TB 16 SC E-H		13-03-2013	vieirah	
=+/100	Heatzone 5 Burner Control		28-03-2013	vieirah	
=+/101	Heatzone 5 Burner Control		28-03-2013	vieirah	
=+/105	Heatzone 6 Burner Control		28-03-2013	vieirah	
=+/106	Heatzone 6 Burner Control		28-03-2013	vieirah	
=+/110	Heatzone 7 Burner Control		28-03-2013	vieirah	
=+/111	Heatzone 7 Burner Control		28-03-2013	vieirah	
=+/120	Quickcool HZ 5-7		13-03-2013	vieirah	
=+/121	Cooling		28-03-2013	vieirah	
=+/122	Limit Switch Protection Motors HZ5		05-04-2013	vieirah	
=+/123	Limit Switch Protection Motors HZ6		05-04-2013	vieirah	
=+/124	Limit Switch Protection Motors HZ7		28-03-2013	vieirah	
=+/150	ABB ACS Frequency Converters Connections		28-03-2013	vieirah	
=+/151	ABB ACS Frequency Converters Connections		28-03-2013	vieirah	
=+/152	ACS 600 to 550		28-03-2013	vieirah	

Date 09-04-2013 | Ed. vieirah | Appr | Original | Modification | Date | Name | Sub Panel | Replaced by | Replaced by | Continental | Table of contents : =+/71 - =+/152 | 1008 02 | = | + | Page 3 | Page 56

Figura 5.61 – *Table of contents*

Durante o desenho dos esquemas foi mantida a língua inglesa nas descrições e houve especial cuidado na numeração de cabos e equipamentos, sua correta colocação nas páginas e colunas para ficar de acordo com a nomenclatura usada previamente. Foram ainda conferidas e revisadas todas as referências cruzadas para que não existissem erros.

- **Importação de dados de versões anteriores**

Uma outra parte importante neste trabalho foi conseguir realizar a importação de dados dos ficheiros provenientes de versões anteriores do EPLAN. Como já foi referido anteriormente, devido às bibliotecas de símbolos nem sempre essa importação foi alcançada a 100% no entanto mesmo nesses casos foi uma mais-valia no acelerar do processo de desenho pois algumas partes dos desenhos puderam ser aproveitadas.

Existe portanto no EPLAN P8 um menu que permite fazer a importação de dados de projeto da versão EPLAN 5 (ficheiros .Z13) ou EPLAN 21 (ficheiros .ez) como mostra a figura abaixo.

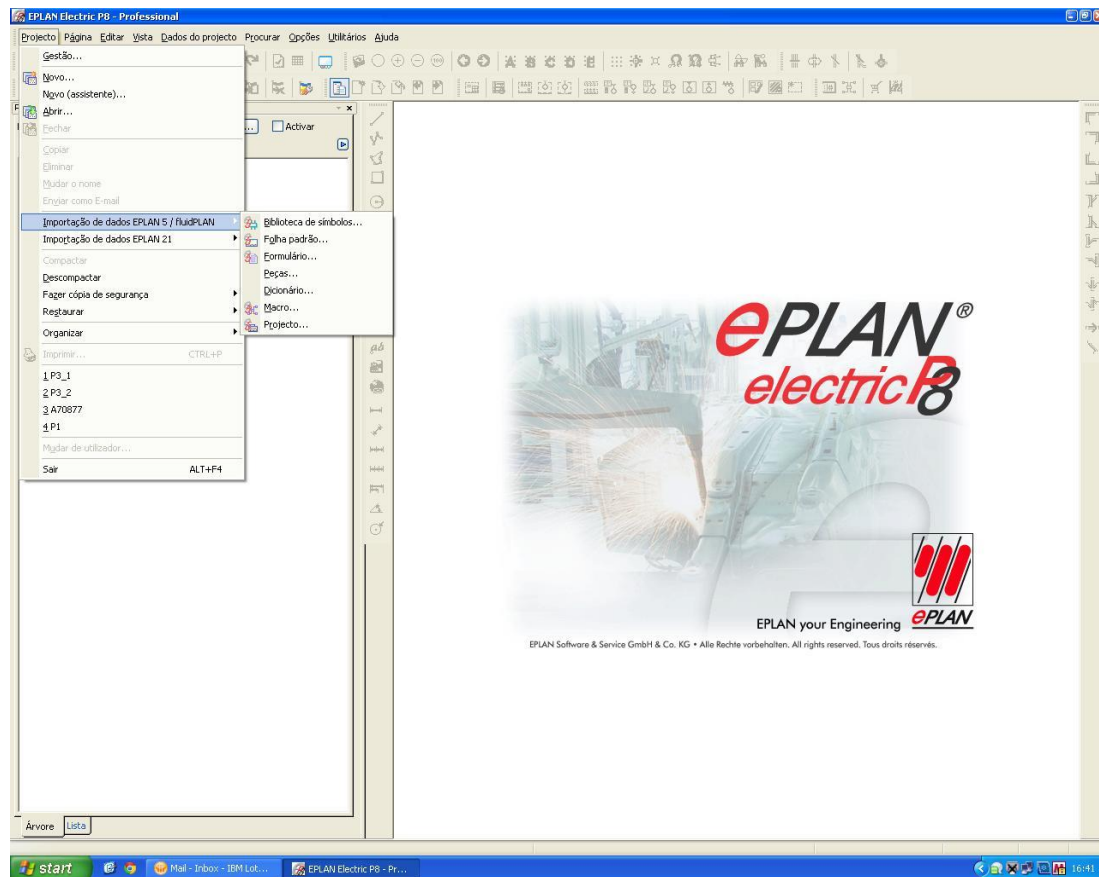



Figura 5.62 – Importação de dados EPLAN 5 e EPLAN 21

No final deste trabalho a ITA ficará não só com as versões em papel e PDF mas também com as versões em formato digital para que futuras alterações possam ser documentadas nos esquemas elétricos mantendo-os sempre atualizados.

Os esquemas elétricos na sua totalidade são posse da ITA sendo documentos muito extensos

As duas imagens seguintes pretendem estabelecer a comparação entre um desenho dos esquemas antigos e um desenho atualizado.

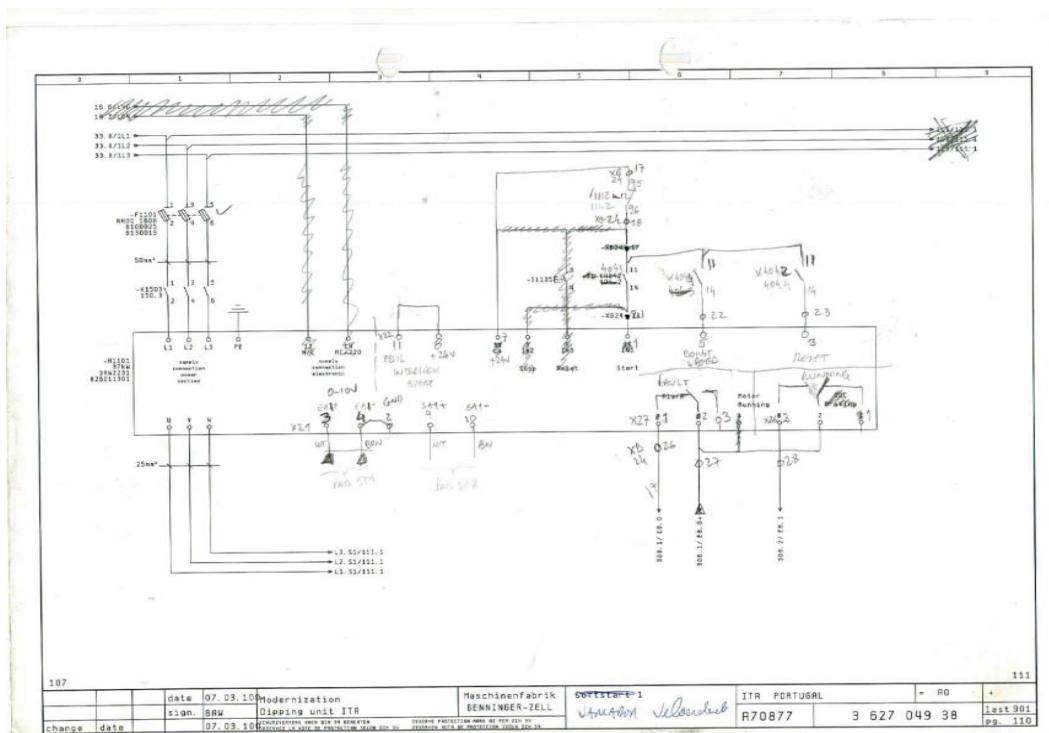



Figura 5.63 – Desenho EPLAN antigo

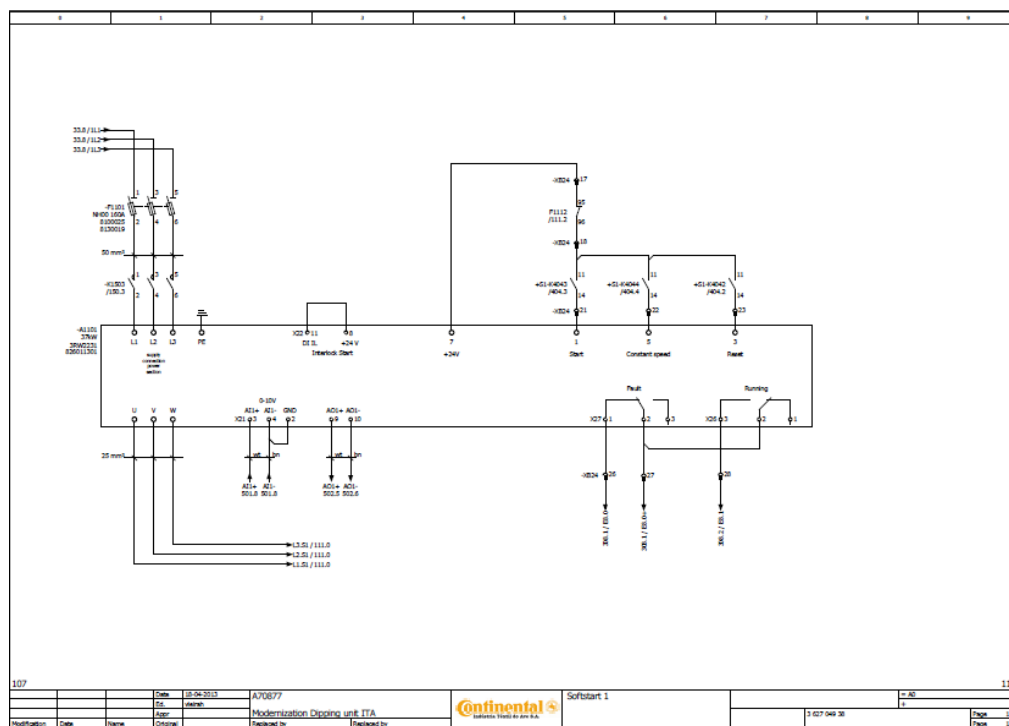



Figura 5.64 – Desenho EPLAN atualizado

5.3 – Base de dados Zell

Devido à complexidade, dimensão e número de equipamentos presentes na Zell foi criada uma pequena base de dados em *Excell* com algumas informações relevantes que permitem no futuro a quem não conhecer a máquina um maior entendimento sobre a mesma.

- Devido ao número elevado de quadros que se encontram distribuídos ao longo dos pisos do edifício da Zell tornou-se inicialmente necessário criar uma forma de orientação. De referir que a maioria destes quadros não estavam identificados sendo necessária a consulta e análise dos esquemas elétricos por forma a entender de que quadros se tratava.

Tabela 5.2 — Distribuição dos quadros da Zell por piso

Piso	0	1	2	3	4	5	6	7
Quadro	Quadro Benninger (Ampliação)	P13	P6 (GBE)			P3/1 (GBE)	P29	
	P1 (GBE)	P36	P14			P3/2 (GBE)	P30	
	P2 (GBE)	P40	P18			P12	P31	
	P4 (GBE)		P19				P32	
	P5 (GBE; Hidráulico)		P37				P33	
	P5/1* (GBE)		P38					
	P8		Spleis Detector					
	P9							
	P11							
	P15							
	P16							
	P23							
	P24							
	P25							
	P26							
	P27							
	P34							
	P35							
	Center Guide							
	K9 (Update Enrolamento Zell)							

*Não existe. Faz parte do P4.

- Cada estufa da Zell possui dois motores ventiladores e um motor exaustor, cada um associado a um variador de frequência. No quadro seguinte foram registadas algumas características relevantes tais como:
    - Marca e modelo do variador de frequência e motor
    - Número de série, potência, tensão, corrente, fator de potência, rotação nominal e frequência do motor
    - Piso onde se encontra o variador e motor para sua fácil e rápida identificação
    - Quadro de potência e comando associado ao variador/motor (feito após análise e estudo dos esquemas elétricos da maquina)
    - Em amarelo encontram-se marcados com a respetiva data os variadores de frequência que durante o período de permanência na empresa sofreram substituição.

Tabela 5.3 — Características dos variadores de frequência, motores dos ventiladores e exaustores das estufas

					Variadores de Frequência		Motores								
Quadro de Potência	**Quadro de Controlo**	**Piso**	**Estufa**	**Tipo**	**Marca**	**Modelo**	**Marca**	**Modelo**	**Nº Série**	**KV**	**U**	**I**	**cos(phi)**	**RPM**	**HZ**
Benninger	Benninger	6	1	Ventilador de Cima	Siemens	6SE7031-2HF84-1BG0	ABB	M2CA 280 SMA 4 B3 IEC 280S/M	3388452 M41007-879	90	400	169	0,86	1482	50
		3		Ventilador de Baixo	Siemens	6SE7031-2HF84-1BG0	ABB	M2CA 280 SMA 4 B3 IEC 280S/M	3360163 M41007-151	90	400	169	0,86	1482	50
		7		Exaustor	ABB	ACS800-01-0040-3	ABB	MBT 225 S-4	92022P1 156/1	37	400	72	0,82	1480	50
P2	P3/1	6	2	Ventilador de Cima	ABB	ACS550-01-087A-4+B055	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063227/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		3		Ventilador de Baixo	ABB	ACS550-01-087A-4+B055	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063228/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		6		Exaustor	ABB	ACS550-01-015A-4+B055	Siemens	1LA5 130-4CA70	E 0V10 0050 21 023	5,5	380	11,8	0,83	1450	50
		6	3	Ventilador de Cima	ABB	ACS550-01-087A-4+B055	Siemens	1LAG4 253-4AA60	UC307/044994210	55	400	100	0,85	1480	50
		4		Ventilador de Baixo	ABB	ACS550-01-087A-4+B055	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063222/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		6		Exaustor	ABB	ACS550-01-015A-4+B055	Siemens	1LA6 186-1BD40 180L	063029/1990 IMB3	6,5/19	380	14,8/38	0,81	960/1450	50
		6	4	Ventilador de Cima	ABB	ACS550-01-087A-4+B055	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063221/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		4		Ventilador de Baixo	ABB	ACS 600 -> ACS550-01-087A-4+B055 (20/03/2013)	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063232/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		6		Exaustor	ABB	ACS550-01-015A-4+B055	Siemens	1LA6 186-1BD40 180L	063028/1990 IMB3	6,5/19	380	14,8/38	0,81	960/1450	50
	P3/2	6	5	Ventilador de Cima	ABB	ACS800-01-0050-3+B056	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063226/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		4		Ventilador de Baixo	ABB	ACS60100403H00E0200901	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063229/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		6		Exaustor	ABB	ACS 501 -> ACS550-01-015A-4+B055 (28/03/2013)	Siemens	1LA6 186-1BD40 180L	063031/1990 IMB3	6,5/19	380	14,8/38	0,81	960/1450	50
		6	6	Ventilador de Cima	ABB	ACS550-01-072A-4+B055	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063230/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		4		Ventilador de Baixo	ABB	ACS550-087A-4+B055	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063225/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		6		Exaustor	ABB	ACS 501 -> ACS550-01-015A-4+B055 (05/04/2013)	Siemens	1LA6 186-1BD40 180L	063032/1990 IMB3	6,5/19	380	14,8/38	0,81	960/1450	50
		6	7	Ventilador de Cima	ABB	ACS60100403H00E0200901	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063231/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		4		Ventilador de Baixo	ABB	ACS550-01-087A-4+B055	Siemens	1LA6 253-4AA70 250M	063223/1990	55	380	102	0,87	1475	50
		6		Exaustor	ABB	ACS550-01-015A-4+B055	Siemens	1LA6 186-1BD40 180L	063030/1990 IMB3	6,5/19	380	14,8/38	0,81	960/1450	50

				Variadores de Frequência			Motores								
Quadro	**Quadro**	**Piso**	**Vacuos**	**Marca**	**Modelo**	**Nº Série**	**Marca**	**Modelo**	**Nº Série**	**KV**	**U**	**I**	**cos(phi)**	**RPM**	**HZ**
Benninger	Benninger	5	1.1	Siemens	6SE7024-7ED61	T-L6024750071	ABB	M2AA 160 L-2	92016 P1 146/2	18,5	400	32,5	0,91	2910	50
			1.2	Siemens	6SE7024-7ED61	A-K51547500018	Siemens	1LA 7166-2AA60	UD 0201/047266-029-3	18,5	400	32,5	0,91	2940	50
P2	P2	5	2.1		Invertron		Siemens	1LA5 166-2AA70	E0P10 9113 49 018	18,5	380	36	0,89	2945	50
			2.2		Invertron		Siemens	1LA5 166-2AA70	E0P10 9113 49 008	18,5	380	36	0,89	2945	50

- À semelhança do quadro anterior foram registadas as características para os motores dos quatros vácuos, motores tratores e motores dos queimadores.

Tabela 5.4 — Características dos variadores de frequência, motores dos vácuos, motores tratores e queimadores

				Variadores de Frequência			Motores								
Quadro Potência	Quadro Comando	Piso	Vacuos	Marca	Modelo	Nº Série	Marca	Modelo	Nº Série	KW	U	I	cos(phi)	RPM	HZ
Benninger	Benninger	5	1.1	Siemens	6SE7024-7ED61	T-L6024750071	ABB	M2AA 160 L-2	92016 P1 146/2	18,5	400	32,5	0,91	2910	50
			1.2	Siemens	6SE7024-7ED61	A-K51547500018	Siemens	1LA 7166-2AA60	UD 0201/047266-029-3	18,5	400	32,5	0,91	2940	50
P2	P2	5	2.1	Invertron			Siemens	1LA5 166-2AA70	E0P10 9113 49 018	18,5	380	36	0,89	2945	50
			2.2	Invertron			Siemens	1LA5 166-2AA70	E0P10 9113 49 008	18,5	380	36	0,89	2945	50

				Variadores de Frequência			Motores								
Quadro de Potência	Quadro de Controlo	Piso	Outros	Marca	Modelo	Nº Série	Marca	Modelo	Nº Série	KW	U	I	cos(phi)	RPM	HZ
Benninger	Benninger	1	A1061 - Pull Roll P1	Siemens	6SE70260ED61-Z	T-L80347500040	ATB	160L 3897560-1	160L/4D-11L	28	350	58	0,87	2580	50
Benninger		-	A1063 - Braking Unit Pull Roll	Siemens	6SE7023-2EA87-2DA0	NW903290210015	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1		-	A2510 - Retificador	Siemens	6SE7041-8EK85-1HA0	C98049-A1685-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1	P4	0	A2551 - Let Off Feedroll POS3	Siemens	6SE7021-8TB61-Z	T-M01047500011	Weg	132S-2	10/02 BF 46343	7,5	400	13,6	0,89	2920	50
	P4	0	A2571 - Pull Roll 1 POS8	Siemens	6SE7031-2HF84-1BG0	T-P821110145	Weg	315SM/2	10/02 BF 48579	132	400	223	0,9	2975	50
	P6	2	A2591 - Pull Roll 2 POS17	Siemens	6SE7031-2HF84-1BG0	T-P821110153	Weg	315SM/2	10/02 BF 48578	132	400	223	0,9	2975	50
	P6	2	A2611 - Pull Roll 3 POS21	Siemens	6SE7031-2HF84-1BG0	T-P821110127	Weg	315SM/2	10/02 BF 48581	160	400	272	0,89	2970	50
	P6	2	A2631 - Pull Roll 4 POS32	Siemens	6SE7031-2HF84-1BG0	T-P821110154	Weg	315SM/2	10/02 BF 48580	132	400	223	0,9	2975	50
	P4	0	A2731 - Wind Up Feedroll	Siemens	6SE7021-8TB61-Z	T-P03047500082	Weg	132S-2	04/03 BH 67074	7,5	400	13,6	0,89	2925	50
	P2/K9	0	A2751 - Surface Winder POS40	Siemens	6SE7023-8TD61-Z	T-P91847500061	Weg	160M-2	10/02 BF 42732	15	400	26,9	0,88	2945	50

				Motores								
Quadro Potência	Quadro Comando	Piso	Queimadores	Marca	Modelo	Nº Série	KW	U	I	cos(phi)	RPM	HZ
Benninger	Benninger	5	Estufa 1 (Queimador de baixo)	Lafert	ST 80 C2 /58834	152450	0,75	380	2	0,78	2790	50
			Estufa 1 (Queimador de cima)	Lafert	ST 80 C2 /58834	152451	0,75	380	2	0,78	2790	50
P2	P3/1		Estufa 2	ABB	MT 80 A 19-2	681025/5	0,75	380	3	0,79	2850	50
			Estufa 3	ABB	MT 80 A 19-2	6673128/6	0,75	380	3	0,79	2850	50
			Estufa 4	ABB	MT 80 A 19-2	6673137/6	0,75	380	3	0,79	2850	50
	P3/2		Estufa 5	ABB	MT 80 A 19-2	6170045/3	0,75	380	3	0,79	2850	50
			Estufa 6	ABB	MT 80 A 19-2	6673132/1	0,75	380	3	0,79	2850	50
			Estufa 7	ABB	MT 80 A 19-2	6673144/2	0,75	380	3	0,79	2850	50

- Como os fins de curso foram um acréscimo recente à máquina no quadro seguinte pode-se consultar onde foram feitas as respetivas ligações (nos esquemas elétricos atualizados, como já foi referido, já se encontram as respetivas ligações elétricas documentadas).

Tabela 5.5 — Ligações fins-de-curso

Fins de curso	Onde liga?
Exaustor e Ventiladores Estufa 1	P3/1
Exaustores e Ventiladores Estufas 2-7	Variadores de Frequência
Vacuos 1.1 e 1.2	P3/1
Vacuos 2.1 e 2.2	P3/2

5.4 – Manual da Máquina de Impregnar Zell

Um dos objetivos deste trabalho era a criação de um manual da máquina Zell. Após a análise dos quadros elétricos e o trabalho de campo a que essa tarefa obrigou existiu um número de horas bastante elevado de contacto com a Zell que aliado a um estudo aprofundado da máquina e seu funcionamento permitiu a sua realização. De salientar a ajuda crucial dos funcionários afetos à Zell que em muitos momentos deram um contributo fulcral para a criação do manual.

Este manual pretende ser de leitura fácil para que um leitor que não tenha tido contacto com a máquina possa entender os seus princípios básicos de funcionamento, suas particularidades e seu objetivo.

Alguns dos tópicos abordados ao longo do manual são a seguir enumerados:

- Processo produtivo da ITA (localizar a máquina nesse processo)
- Esquema da Zell e explicação dos pontos principais por onde o tecido passa ao longo da máquina (essa explicação é feita por uma ordem lógica de passagem do tecido nesses pontos);
- Abordagem à ficha técnica de impregnação. O que nela inclui e que informações relevantes se podem retirar de lá para operar a máquina em cada tipo de artigo a impregnar;
- Explicação detalhada do HMI. Uma das principais atualizações sofridas pela máquina e que mais relevância tem neste manual pois é a base de trabalho dos operadores;
- Explicação dos botões presentes no quadro de comando e que são operados pelos responsáveis da máquina;
- Explicação do processo inicial de desenrolamento e processo final de enrolamento com detalhes ponto por ponto. Estes processos têm elevada importância pois a sua falha irá originar uma paragem no processo produtivo. Além desse facto, são processos a ser realizados rapidamente e em tempo restrito (o tempo limite é

definido pelos acumuladores de entrada e saída). Para descrever estes processos acompanhou-se os operadores durante o seu trabalho para certificar que todos os passos eram documentados;

- Explicação de como equilibrar as temperaturas nas estufas e como regular os rolos expansores no acumulador de saída;
- Quadros dos rolos expansores, *duocanters* e *triocanters*;
- Botoneiras junto aos grupos tratores e último rolo trator;
- Sistema de arrefecimento dos rolos, sistema de combate a incêndios, operações a realizar em caso de alarme;
- Particularidades da máquina tais como os seus acumuladores, tina para abastecimento de soluto, funcionamento dos vácuos, sistema de ligação dos solutos, tampas das estufas, sistema de ar comprimido e gás;
- Limpezas na máquina (normais, estufas, caixas dos vácuos) e o que fazer com os resíduos resultantes da atividade da Zell;
- Como é feito o abastecimento de tecido à secção;
- Processo de realização da embalagem e suas particularidades;
- Capacidades da máquina, seu processo de arranque e paragem controlada;
- Alguns cuidados a ter;
- Riscos (Gestão da Qualidade): Ambientais, Ocupacionais e Proteção individual.

Este manual é agora um documento interno da ITA sendo apresentadas de seguida algumas imagens exemplificativas.

MANUAL DA MÁQUINA DE IMPREGNAR ZELL

Realizado por Hugo Vieira

2013

Esquema da Zell

Figura 1 – Desenho esquemático da Zell

Pág. 6

Ficha técnica de impregnação

Para o tratamento de cada artigo, existe uma **FICHA TÉCNICA DE IMPREGNA**
elaborada pelo Departamento Técnico.

Os valores que constam nessa ficha, são aplicados durante a impregnação do artig
causa.

Algumas das informações que daqui podem ser retiradas são:

- Tipo de produto, matéria-prima e cliente
- Velocidade de funcionamento da máquina
- Tensão e alongamento/estiragem específicos de cada zona
- Temperaturas nas estufas (por vezes nem todas são postas a funcionar)
- Pressão dos vácuos
- Utilização ou não das facas e respetivos ângulos
- Tipo de solução de impregnação
- Outras características do produto/processo

Figura 4 – Ficha técnica de impregnação

Pág. 12

Quadro de comando / HMI (Human Machine Interface)

É neste capítulo que se aborda o quadro de comando da máquina Zell onde é possível:

- Parametrizar diversas variáveis que gerem o funcionamento da máquina para sucesso do processo da impregnação em cada tipo de tecido

- Efetuar o controlo do estado dessas variáveis em tempo real

As imagens que se seguem mostram os principais ecrãs de parametrização e controlo disponibilizados pelo interface.

Figura 5 - Menu Principal

O menu mais utilizado é o Menu Principal. Neste é possível ser visualizado o panorama geral das condições atuais de impregnação e verificar os valores atuais em diversos pontos da máquina.

Todas as variáveis que são introduzidas como "valor nominal" (verde) são acompanhadas, no monitor, pelo "valor atual" (azul) que nos informa constantemente da situação em que se encontra a aplicação desses valores.

Pág. 13

Botões quadro de comando

Figura 21 - Botões quadro de comando

1. Arranque após paragem do 1º rolo trator (ex.: mudança de rolo)
2. Paragem do 1º rolo trator
3. Inserir chave para alternar entre modo Produção (centro), Progressivo (esquerda) e JOG (direita)
4. Alternar entre desenrolador 1 e 2
5. Paragem rápida da máquina
6. Paragem gradual da máquina
7. Arranque da máquina/funcionamento a baixa velocidade (V1)
8. Funcionamento em velocidade de produção (V3)
9. Colocação em modo "stand-by" (valores de temperatura das estufas descem para os valores colocados em "stand-by")
10. Reset (rearme dos queimador das estufas após arrefecimento rápido)
11. Arrefecimento rápido das estufas (exaustão do calor – funcionamento dos motores exaustores a elevada rotação)
12. Buzina
13. Subir/encher e descer/esvaziar o acumulador
14. JOG para a frente 1º rolo trator
15. JOG para trás 1º rolo trator

Pág. 26

Figura 5.65 – Imagens retiradas do "Manual da Máquina de Impregnar Zell"

5.5 – Levantamento de identificações em falta e sua respetiva identificação

Durante a análise dos esquemas elétricos o trabalho de campo torna-se difícil quando não há conhecimento da instalação, mas as dificuldades tornam-se ainda maiores quando as identificações estão incorretas ou em falta. Essa foi uma das dificuldades sentidas ao longo do trabalho nomeadamente quando se confrontava os esquemas com a realidade da instalação.

Para eliminar futuramente esse problema realizou-se então o levantamento das identificações em falta e procedeu-se à respetiva identificação de acordo com os desenhos e numerações finais de:

- Quadros elétricos
- Cabos
- Equipamentos presentes nos quadros elétricos
- Variadores de frequência, motores tratores, vácuos e fins de curso

De seguida são apresentadas as imagens retiradas do ficheiro *Excell* criado para o efeito onde a vermelho estão marcadas as identificações a adquirir.

Tabela 5.6 — Resumo dos tipos de identificações a adquirir

Etiquetas a pedir
Cabos de alimentação Ventiladores/Exaustores
Cabos Fins de Curso (Ventiladores/Exaustores/Vácuos)
Designações fins de curso
Numeração quadros eléctricos
Variadores de frequência
Vácuos
Motores tractores
Aparelhagem interior quadros eléctricos

Tabela 5.7 — Identificação das cablagens de ligação dos ventiladores e exaustores (ligação normal e de emergência)

Cabos Ventiladores/Exaustores				
Piso	Estufa	Tipo	Cabo Variador - Motor (Caso Normal)	Cabo Motor (Caso Emergência)
6	2	Ventilador de Cima	P2-W113	-
3		Ventilador de Baixo	P2-W111	
6		Exaustor	P2-W153N	-
6	3	Ventilador de Cima	P2-W117	-
4		Ventilador de Baixo	P2-W115	
6		Exaustor	P2-W171N	P2-W141E
6	4	Ventilador de Cima	P2-W123	-
4		Ventilador de Baixo	P2-W121	
6		Exaustor	P2-W173N	P2-W143E
6	5	Ventilador de Cima	P2-W127	-
4		Ventilador de Baixo	P2-W125	
6		Exaustor	P2-W175N	P2-W145E
6	6	Ventilador de Cima	P2-W133	-
4		Ventilador de Baixo	P2-W131	
6		Exaustor	P2-W177N	P2-W147E
6	7	Ventilador de Cima	P2-W137	-
4		Ventilador de Baixo	P2-W135	
6		Exaustor	P2-W181N	P2-W151E

Tabela 5.8 — Identificação das cablagens de ligação dos fins de curso e dos próprios fins de curso dos ventiladores e exaustores

Cabos Fins de Curso Ventiladores/Exaustores				
Piso	Estufa	Tipo	Cabo	Designação fim de curso
6	1	Ventilador de Cima	P3/1-W323	P3/1-S323
3		Ventilador de Baixo	P3/1-W323	P3/1-S324
7		Exaustor	P3/1-W323	P3/1-S325
6	2	Ventilador de Cima	P3/1-W1227	P3/1-S1227
3		Ventilador de Baixo	P3/1-W1224	P3/1-S1224
6		Exaustor	P3/1-W1221	P3/1-S1221
6	3	Ventilador de Cima	P3/1-W1237	P3/1-S1237
4		Ventilador de Baixo	P3/1-W1234	P3/1-S1234
6		Exaustor	P3/1-W1231	P3/1-S1231
6	4	Ventilador de Cima	P3/1-W1247	P3/1-S1247
4		Ventilador de Baixo	P3/1-W1244	P3/1-S1244
6		Exaustor	P3/1-W1241	P3/1-S1241
6	5	Ventilador de Cima	P3/2-W1227	P3/2-S1227
4		Ventilador de Baixo	P3/2-W1224	P3/2-S1224
6		Exaustor	P3/2-W1221	P3/2-S1221
6	6	Ventilador de Cima	P3/2-W1237	P3/2-S1237
4		Ventilador de Baixo	P3/2-W1234	P3/2-S1234
6		Exaustor	P3/2-W1231	P3/2-S1231
6	7	Ventilador de Cima	P3/2-W1247	P3/2-S1247
4		Ventilador de Baixo	P3/2-W1244	P3/2-S1244
6		Exaustor	P3/2-W1241	P3/2-S1241

Tabela 5.9 — Identificação das cablagens de ligação dos fins de curso e dos próprios fins de curso dos motores dos vácuos

Cabos Fins de Curso Vácuos			
Piso	Tipo	Cabo	Designação fim de curso
5	Vácuo 1.1	P3/1-W321	P3/1-S321
5	Vácuo 1.2	P3/1-W321	P3/1-S322
5	Vácuo 2.1	P3/2-W313	P3/2-S313
5	Vácuo 2.2	P3/2-W314	P3/2-S314

Tabela 5.10 — Identificações a adquirir para numeração dos quadros elétricos

Piso	0	1	2	3	4	5	6	7
Quadro	Quadro Benninger (Ampliação)	P13	P6 (GBE)			P3/1 (GBE)	P29	
	P1 (GBE)	P36	P14			P3/2 (GBE)	P30	
	P2 (GBE)	P40	P18			P12	P31	
	P4 (GBE)		P19				P32	
	P5 (GBE; Hidráulico)		P37				P33	
	P5/1*(GBE)		P38					
	P8		Spleis Detector					
	P9							
	P11							
	P15							
	P16							
	P23							
	P24							
	P25							
	P26							
	P27							
	P34							
	P35							
	Center Guide							
	K9 (Update Enrolamento Zell)							

*Não existe. Faz parte do P4.

Tabela 5.11 — Identificação dos variadores de frequência dos ventiladores e exaustores; motores dos vácuos; motores tratores e equipamento no interior dos quadros elétricos

Ventilador de Cima Estufa 1
Ventilador de Baixo Estufa 1
Exaustor Estufa 1
Ventilador de Cima Estufa 2
Ventilador de Baixo Estufa 2
Exaustor Estufa 2
Ventilador de Cima Estufa 3
Ventilador de Baixo Estufa 3
Exaustor Estufa 3
Ventilador de Cima Estufa 4
Ventilador de Baixo Estufa 4
Exaustor Estufa 4
Ventilador de Cima Estufa 5
Ventilador de Baixo Estufa 5
Exaustor Estufa 5
Ventilador de Cima Estufa 6
Ventilador de Baixo Estufa 6
Exaustor Estufa 6
Ventilador de Cima Estufa 7
Ventilador de Baixo Estufa 7
Exaustor Estufa 7

Vácuo 1.1
Vácuo 1.2
Vácuo 2.1
Vácuo 2.2

Pull Roll P1
Let Off Feedroll POS3
Pull Roll 1 POS8
Pull Roll 2 POS17
Pull Roll 3 POS21
Pull Roll 4 POS32
Wind Up Feedroll POS38
Surface Winder POS40

Carta automato quadro benninger	D4912
Carta automato quadro benninger	D2926
24V quadro benninger	G301
Carta automato quadro P3/1	A501
Carta automato quadro P3/1	A507
Carta automato quadro P3/1	A601
Carta automato quadro P3/1	A607
Carta automato quadro P3/2	A601
Carta automato quadro P3/2	A701
Carta automato quadro P6	A301
Carta automato quadro P6	A307

Na figura acima é referida a identificação dos "variadores de frequência" dos ventiladores e exaustores. Neste caso, foi escolhido identificar os variadores face aos motores pois estes encontram-se colocados frente a frente optando-se assim por identificar os variadores.

Nesta fase, foi feita uma visita às instalações da Quadrimar - Fabrico de Quadros Elétricos, Lda. situada em Leça do Balio. Posteriormente foi criado um ficheiro onde foram listadas as identificações necessárias e suas respetivas características. Este ficheiro foi enviado para a Quadrimar para pedir cotações.

A proposta recebida encontra-se no Anexo B.

Nota:
Ajustar tamanho da letra de acordo com as dimensões da etiqueta de forma a tornar a descrição bem visível.

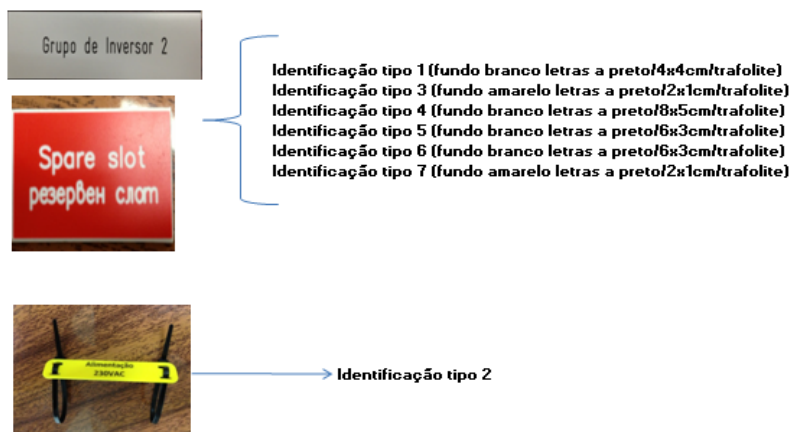



Figura 5.66 - Especificações das etiquetas: fundo, letra, tamanho, tipo de material (ficheiro enviado para a Quadrimar)

Após a visita às instalações da Quadrimar e tendo obtido algumas "identificações exemplo" foram escolhidas as características para as identificações.

Tabela 5.12 — Características das identificações

Tipo de identificação	Local da instalação	Cor fundo	Cor letras	Tamanho	Material
1	Quadros elétricos	Branco	Preto	4x4 cm	Trafolite
2	Cabos	-	-	-	(ver figura 5.66)
3	Fins-de-curso	Amarelo	Preto	2x1 cm	Trafolite
4	Variadores de frequência	Branco	Preto	8x5 cm	Trafolite
5	Motores dos Vácuos	Branco	Preto	6x3 cm	Trafolite
6	Motores Tratores	Branco	Preto	6x3 cm	Trafolite
7	Equipamentos interior quadros elétricos	Amarelo	Preto	2x1 cm	Trafolite

Tabela 5.13 — Listagem de identificações: suas características e quantidades (ficheiro enviado para a Quadrimar)

Tipo de identificação	Texto a imprimir	Tamanho	Quantidade	Cor fundo	Cor letra
1	P5	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P8	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P9	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P11	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P15	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P16	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P23	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P24	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P25	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P26	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P27	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P34	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P35	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	Center Guide	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P13	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P36	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P40	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P14	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P18	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P19	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P37	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P38	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	Spleis Detector	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P12	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P29	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P30	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P31	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P32	4x4 cm	1	Branco	Preto
1	P33	4x4 cm	1	Branco	Preto
2	P2-W113	-	2	-	-
2	P2-W111	-	2	-	-
2	P2-W153N	-	2	-	-
2	P2-W117	-	2	-	-
2	P2-W117	-	2	-	-
2	P2-W115	-	2	-	-
2	P2-W171N	-	2	-	-
2	P2-W123	-	2	-	-
2	P2-W121	-	2	-	-
2	P2-W173N	-	2	-	-
2	P2-W127	-	2	-	-
2	P2-W125	-	2	-	-
2	P2-W175N	-	2	-	-
2	P2-W133	-	2	-	-
2	P2-W131	-	2	-	-
2	P2-W177N	-	2	-	-
2	P2-W137	-	2	-	-
2	P2-W135	-	2	-	-
2	P2-W181N	-	2	-	-
2	P2-W141E	-	1	-	-
2	P2-W143E	-	1	-	-
2	P2-W145E	-	1	-	-
2	P2-W147E	-	1	-	-
2	P2-W151E	-	1	-	-
2	P3/1-W323	-	6	-	-
2	P3/1-W1227	-	2	-	-
2	P3/1-W1224	-	2	-	-
2	P3/1-W1221	-	2	-	-
2	P3/1-W1237	-	2	-	-
2	P3/1-W1234	-	2	-	-
2	P3/1-W1231	-	2	-	-
2	P3/1-W1247	-	2	-	-
2	P3/1-W1244	-	2	-	-
2	P3/1-W1241	-	2	-	-
2	P3/2-W1227	-	2	-	-
2	P3/2-W1224	-	2	-	-
2	P3/2-W1221	-	2	-	-
2	P3/2-W1237	-	2	-	-
2	P3/2-W1234	-	2	-	-
2	P3/1-W1231	-	2	-	-
2	P3/1-W1247	-	2	-	-
2	P3/1-W1244	-	2	-	-
2	P3/1-W1241	-	2	-	-
2	P3/2-W1227	-	2	-	-
2	P3/2-W1224	-	2	-	-
2	P3/2-W1221	-	2	-	-
2	P3/2-W1237	-	2	-	-
2	P3/2-W1234	-	2	-	-
2	P3/2-W1231	-	2	-	-
2	P3/2-W1247	-	2	-	-
2	P3/2-W1244	-	2	-	-
2	P3/2-W1241	-	2	-	-
2	P3/1-W321	-	4	-	-
2	P3/2-W313	-	2	-	-
2	P3/2-W314	-	2	-	-
3	P3/1-S323	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S324	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S325	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S1227	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S1224	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S1221	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S1237	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S1234	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S1231	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S1247	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S1244	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S1241	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S1227	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S1224	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S1221	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S1237	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S1234	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S1231	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S1247	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S1244	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S1241	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S321	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/1-S322	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S313	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
3	P3/2-S314	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
4	Ventilador Cima Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Baixo Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Exaustor Estufa 1	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Cima Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Baixo Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Exaustor Estufa 2	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Cima Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Baixo Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Exaustor Estufa 3	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Cima Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Baixo Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Exaustor Estufa 4	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Cima Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Baixo Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Exaustor Estufa 5	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Cima Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Baixo Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Exaustor Estufa 6	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Cima Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Ventilador Baixo Estufa	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
4	Exaustor Estufa 7	8x1,5 cm	1	Branco	Preto
5	Vácuo 1.1	6x3 cm	1	Branco	Preto
5	Vácuo 1.2	6x3 cm	1	Branco	Preto
5	Vácuo 2.1	6x3 cm	1	Branco	Preto
5	Vácuo 2.2	6x3 cm	1	Branco	Preto
6	Pull Roll P1	6x3 cm	1	Branco	Preto
6	Let Off Feedroll POS3	6x3 cm	1	Branco	Preto
6	Pull Roll 1 POS8	6x3 cm	1	Branco	Preto
6	Pull Roll 2 POS17	6x3 cm	1	Branco	Preto
6	Pull Roll 3 POS21	6x3 cm	1	Branco	Preto
6	Pull Roll 4 POS32	6x3 cm	1	Branco	Preto
6	Wind Up Feedroll	6x3 cm	1	Branco	Preto
6	Surface Winder POS40	6x3 cm	1	Branco	Preto
7	D4912	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	D2926	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	G301	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	A501	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	A507	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	A601	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	A607	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	A601	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	A701	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	A301	2x1 cm	1	Amarelo	Preto
7	A307	2x1 cm	1	Amarelo	Preto

Algumas identificações estão em quantidade superior a uma unidade pois algumas delas foram colocadas em dois pontos. Por exemplo, para os ventiladores e exaustores "caso normal" foram colocadas etiquetas identificadoras no cabo junto ao motor e no cabo junto ao

variador de frequência para que se possa seguir o cabo desde o seu início ate ao seu fim. No caso dos fins de curso além da sua própria identificação identificou-se o cabo junto do fim de curso e no seu início que para os ventiladores e exaustores das estufas 2 a 7 corresponde aos variadores de frequência e para os ventiladores e exaustor da estufa 1 corresponde a cablagem no interior do quadro P3/1. No caso dos fins de curso dos vácuos o início do cabo para o vácuo 1.1 e 1.2 tem lugar em cablagem do interior do quadro P3/1 e para o vácuo 2.1 e 2.2 do quadro P3/2.

De referir que a totalidade das 189 identificações foram colocadas na máquina pelo próprio autor deste relatório.

Visualiza-se de seguida algumas imagens do antes e depois da colocação das identificações. Algumas marcações que se visualizam a marcador foram colocadas durante o trabalho de campo vindo a ser substituídas pelas identificações finais posteriormente.

- **Imagens retiradas antes de colocar as identificações**

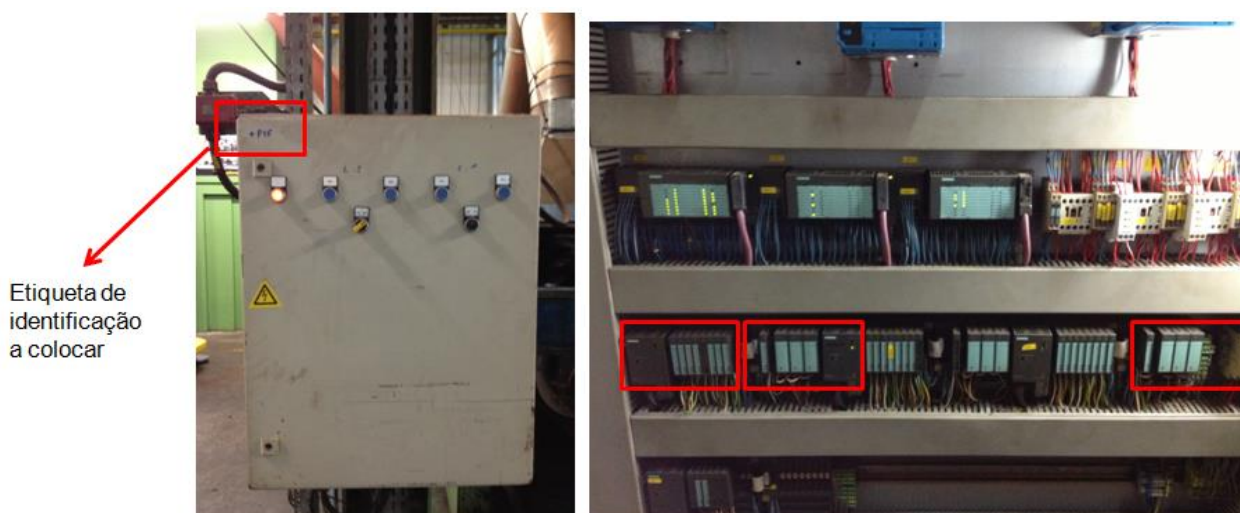



Figura 5.67 – Identificação de quadros elétricos e de equipamentos presentes no seu interior

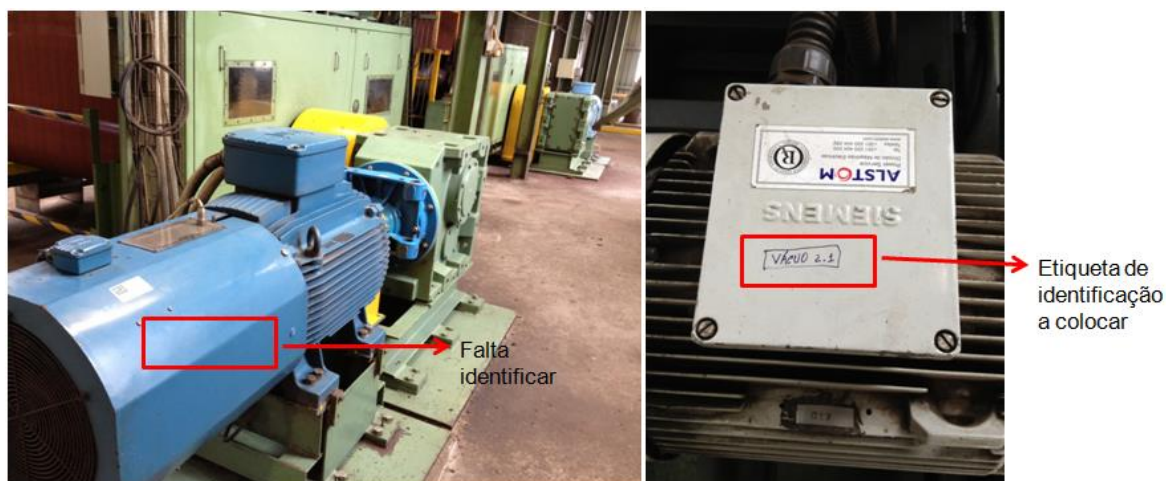



Figura 5.68 – Identificação de motores tratores e motores dos vácuos

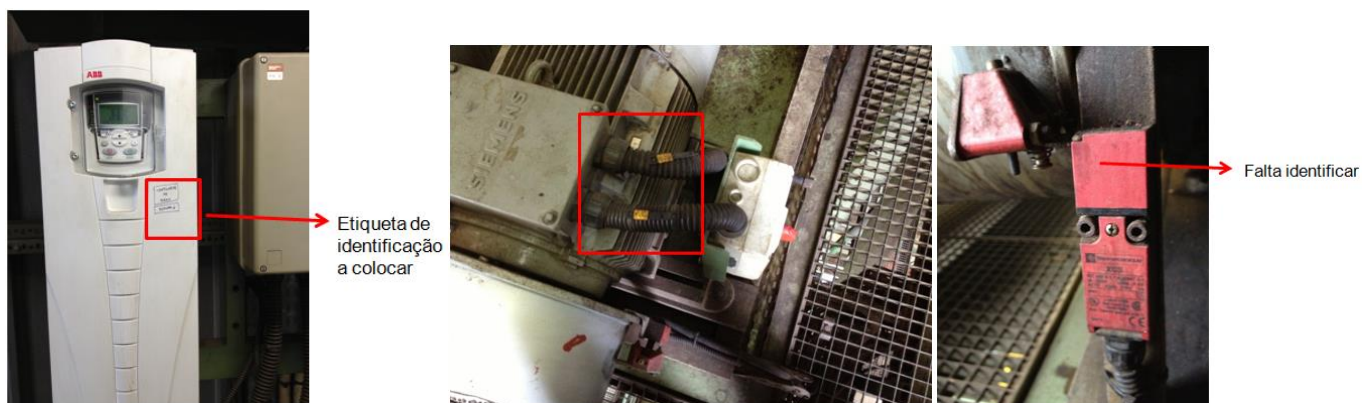



Figura 5.69 – Identificação de variadores de frequência; cablagens (mal identificadas ou em falta); fins-de-curso

- **Imagens retiradas depois de colocar as identificações**

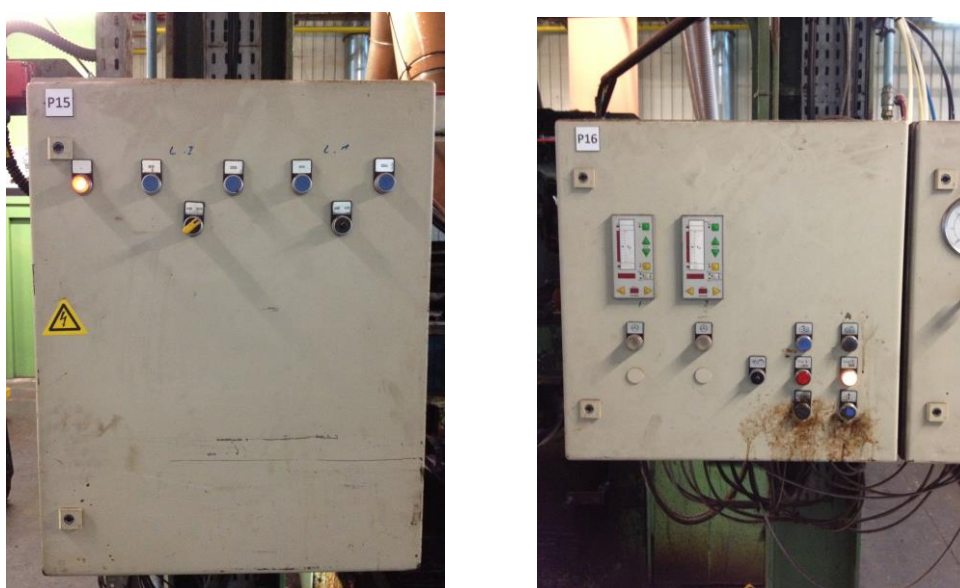



Figura 5.70 – Identificação de quadros elétricos

Figura 5.71 – Identificação de equipamentos e cablagens no interior dos quadros elétricos

Figura 5.72 – Identificação de motores tratores

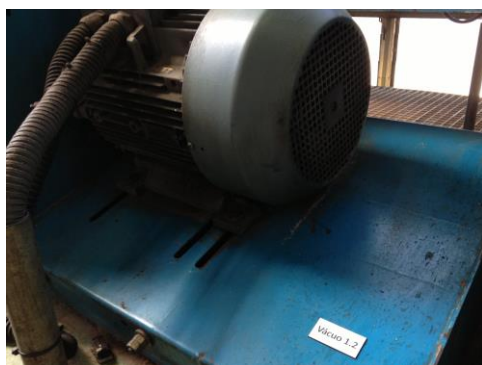



Figura 5.73 – Identificação de motores dos vácuos

Figura 5.74 – Identificação de variadores de frequência dos ventiladores e exaustores

Figura 5.75 – Identificação de cablagens dos ventiladores, exaustores e respetivos fins-de-curso

Figura 5.76 – Pormenor da identificação das ligações de potência (normal e emergência) dos motores exaustores

Figura 5.77 – Pormenor da identificação dos fins-de-curso e respetiva cablagem

Figura 5.78 – Pormenor da identificação de cablagens de ligação aos variadores de frequência (cabo de alimentação/potência e cabo de fim-de-curso)

5.6 - Montagem de variador de frequência

Durante o período de permanência na empresa houve ainda a oportunidade de participar na montagem de um variador de frequência correspondente ao ventilador de baixo da estufa 4. Este trabalho correspondeu à substituição de um ABB ACS 600 por um ABB ACS 550.

Antes da realização da montagem foram estudados os manuais dos diversos variadores de frequência dos ventiladores e exaustores das estufas da Zell:

- ABB ACS 501
- ABB ACS 550
- ABB ACS 600
- ABB ACS 800

Nas duas figuras seguintes visualiza-se, como exemplo, as páginas do manual do variador ABB ACS 550 onde é possível verificar como se efetuam as respetivas ligações de potência e controlo.

Power connection diagrams

The following diagram shows the terminal layout for frame size R3, which, in general, applies to frame sizes R1...R6, except for the R5/R6 power and ground terminals.

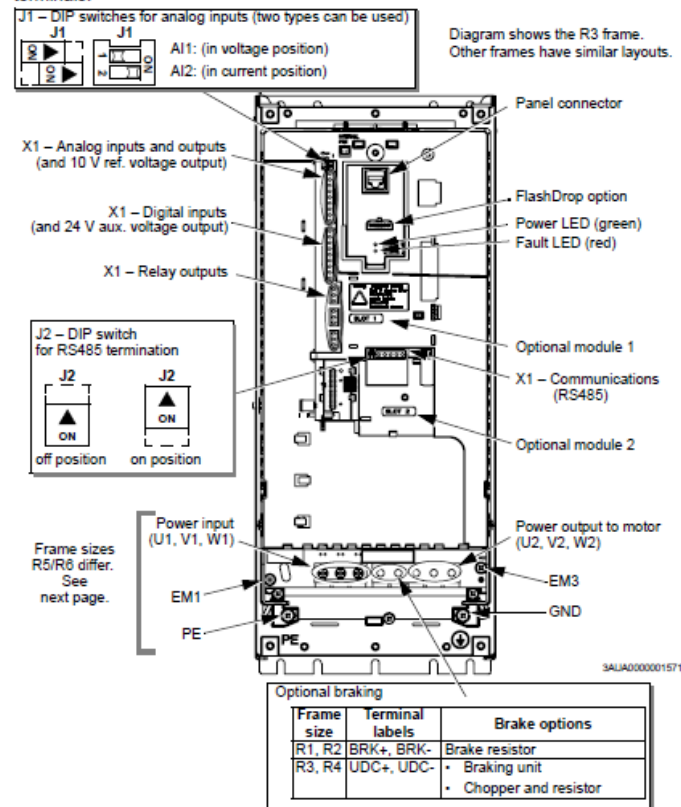



Figura 5.79 – Exemplo Manual ABB ACS 550 ligações de potência [12]

ABB Standard macro

This is the default macro. It provides a general purpose, 2-wire I/O configuration, with three (3) constant speeds. Parameter values are the default values defined in section *Complete parameter list* on page *87*.

Connection example:

1...10 kohm

X1		
1	SCR	Signal cable shield (screen)
2	AI1	**External frequency reference 1:** 0…10 V[1]
3	AGND	Analog input circuit common
4	10V	Reference voltage 10 V DC
5	AI2	Not used
6	AGND	Analog input circuit common
7	AO1	**Output frequency:** 0…20 mA
8	AO2	**Output current:** 0…20 mA
9	AGND	Analog output circuit common
10	24V	Auxiliary voltage output +24 V DC
11	GND	Auxiliary voltage output common
12	DCOM	Digital input common for all
13	DI1	**Start/Stop:** Activate to start
14	DI2	**Fwd/Rev:** Activate to reverse rotation direction
15	DI3	**Constant speed selection**[2]
16	DI4	**Constant speed selection**[2]
17	DI5	**Ramp pair selection:** Activate to select 2nd acc/dec ramp pair
18	DI6	Not used
19	RO1C	Relay output 1, programmable Default operation: **Ready** =>19 connected to 21
20	RO1A	
21	RO1B	
22	RO2C	Relay output 2, programmable Default operation: **Running** =>22 connected to 24
23	RO2A	
24	RO2B	
25	RO3C	Relay output 3, programmable Default operation: **Fault (-1)** =>25 connected to 27 (Fault => 25 connected to 26)
26	RO3A	
27	RO3B	

Note 1. The external reference is used as a speed reference if a vector mode is selected.

Note 2. Code:
0 = open, 1 = connected

DI3	DI4	Output
0	0	Reference through AI1
1	0	CONST SPEED 1 (1202)
0	1	CONST SPEED 2 (1203)
1	1	CONST SPEED 3 (1204)

Input signals
- Analog reference (AI1)
- Start, stop and direction (DI1,2)
- Constant speed selection (DI3,4)
- Ramp pair (1 of 2) selection (DI5)

Output signals
- Analog output AO1: Frequency
- Analog output AO2: Current
- Relay output 1: Ready
- Relay output 2: Running
- Relay output 3: Fault (-1)

Jumper setting

J1
AI1: 0…10 V
AI2: 0(4)…20 mA

or

J1
AI1: 0…10 V
AI2: 0(4)…20 mA

Figura 5.80 – Exemplo Manual ABB ACS 550 ligações de controlo [12]

Após serem estudados os manuais da ABB procedeu-se ao desenho em EPLAN das ligações necessárias para o controlo das diferentes gamas de variadores presentes na fábrica.

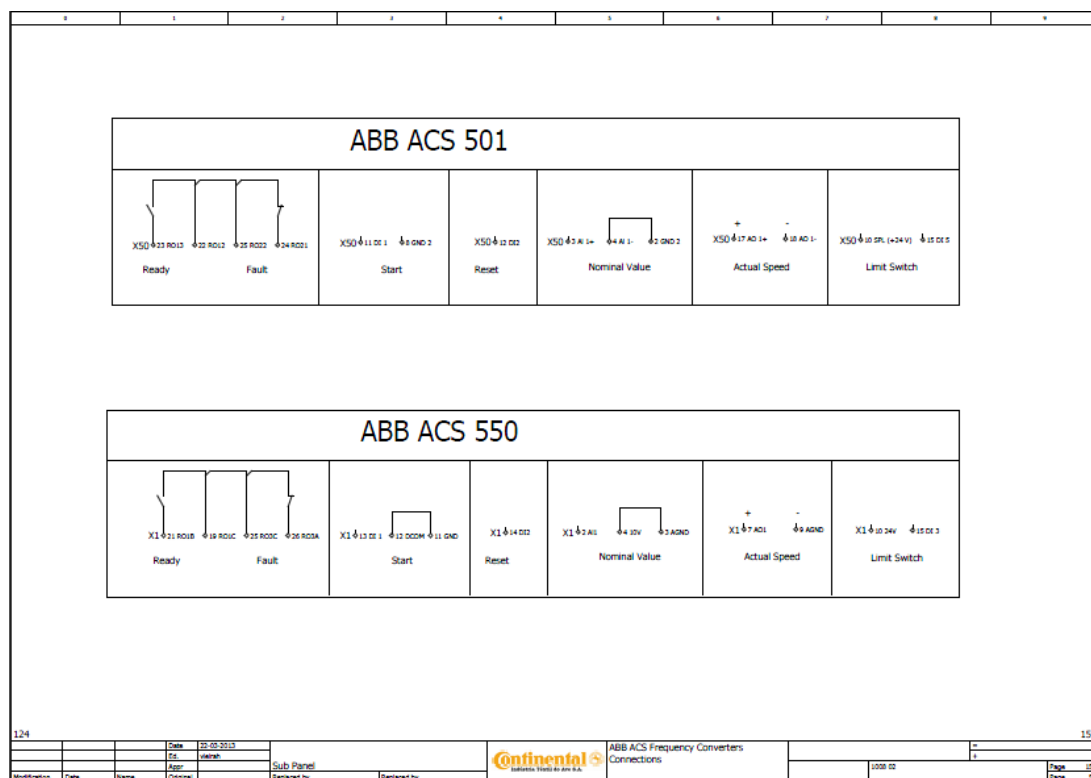



Figura 5.81 – Ligações de controlo ABB ACS 501/550 em EPLAN

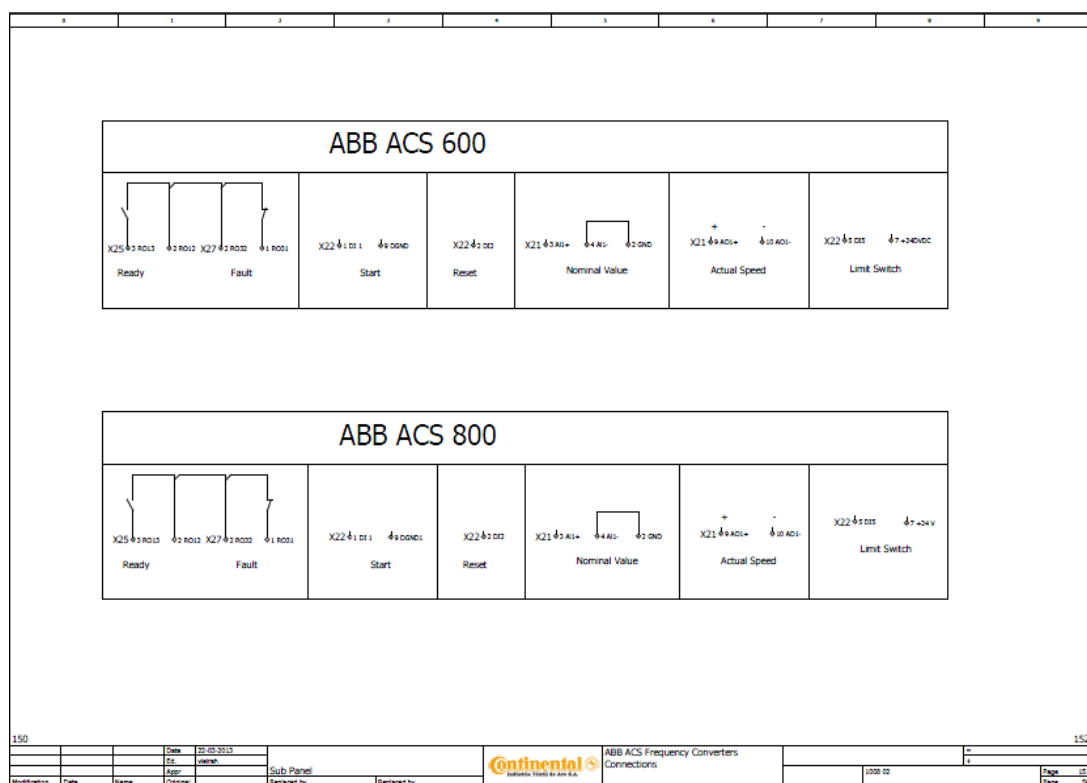



Figura 5.82 – Ligações de controlo ABB ACS 600/800 em EPLAN

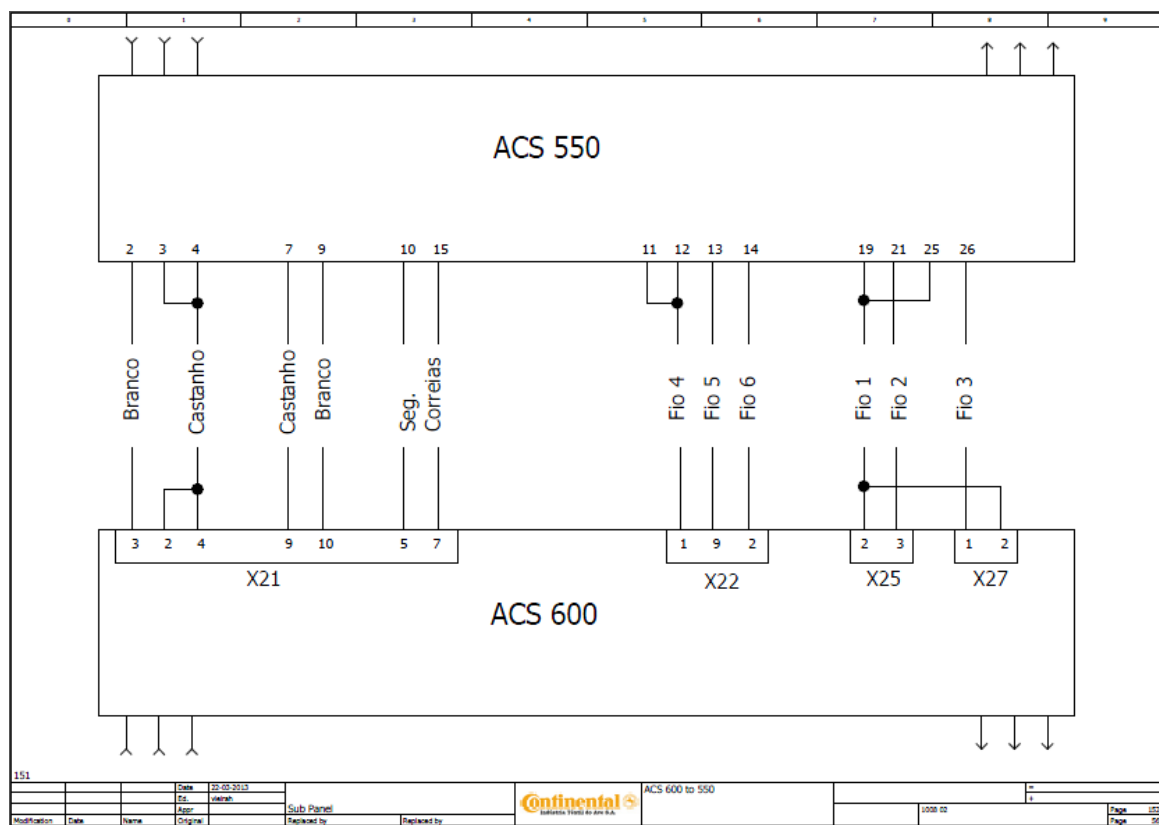



Figura 5.83 – Transferência de ligações entre ABB ACS 550 e ACS 600 em EPLAN

Com a ajuda dos esquemas anteriores foi assim possível realizar facilmente a substituição do variador ACS 600 pelo ACS 550.

Figura 5.84 – ABB ACS 600 (antigo) e ABB ACS 550 (novo)

Figura 5.85 – Cabos de controlo e potência antes de se efetuar as ligações

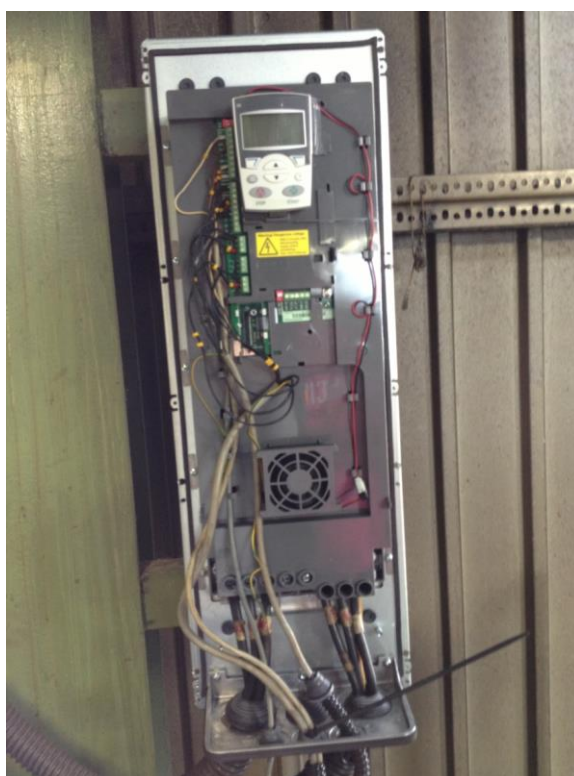



Figura 5.86 – ABB ACS 550 ligações finais

As ligações de potência são facilmente explicadas. Consistem em três cabos de entrada de potência (U1, V1, W1), três cabos de saída de potência (U2, V2, W2) e condutor de proteção (PE). As ligações de controlo são um pouco mais complexas sendo por isso necessária uma consulta mais atenta do manual. Por esse mesmo facto se realizou os

desenhos em EPLAN para que futuramente se tornem mais fáceis de realizar as mudanças de variadores por parte dos funcionários da empresa.

Após realizada a montagem foi ainda necessário programar o variador. Como a programação do variador é uma tarefa demorada devido ao número de variáveis em questão e a paragem para manutenção da máquina se dá num curto espaço de tempo teve que ser pensada uma outra solução.

Como na instalação já existiam outros ACS 550 a trabalhar como ventiladores de baixo noutras estufas fez-se o *upload* da programação contida nesses outros variadores para a consola do novo variador sendo posteriormente feito o *download* através desse backup agora presente na consola para o novo variador ficando este automaticamente programado.

Etapas para colocação do variador de frequência:

- Desligar energia no local de operação através da consulta dos esquemas elétricos da Zell (foi desligado o fusível F121)

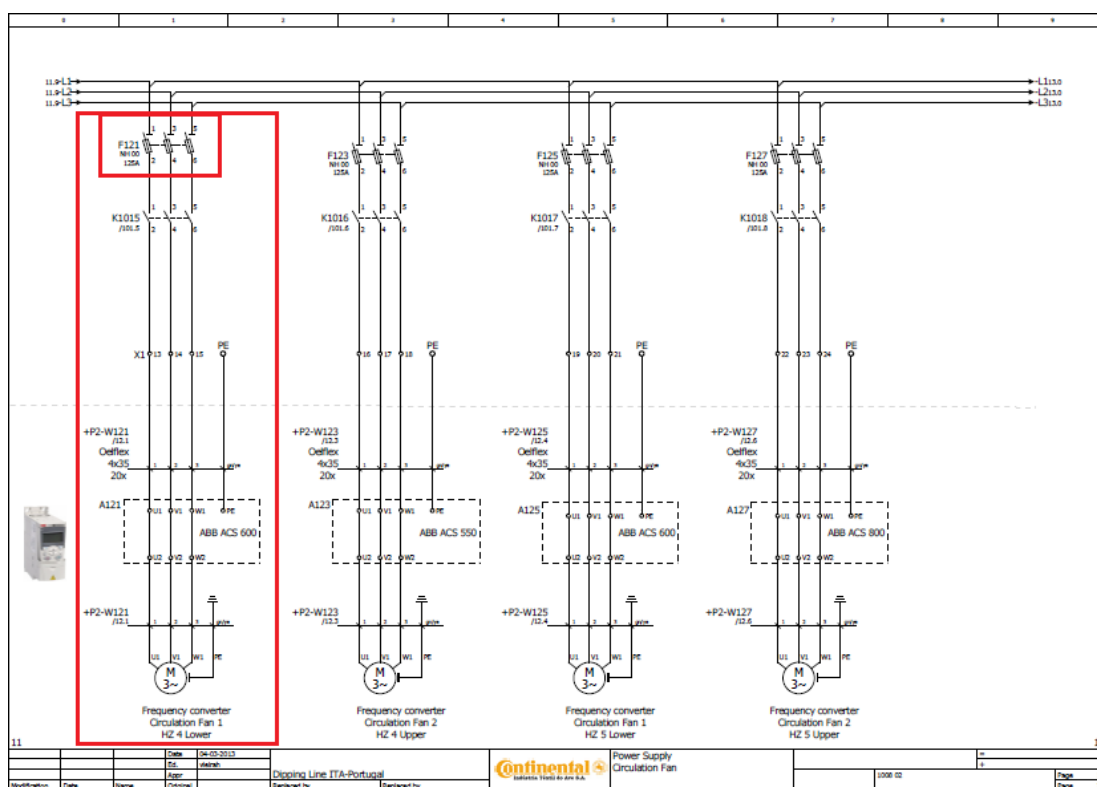



Figura 5.87 – Página EPLAN do esquema elétrico da zona a realizar o corte de energia

- Desconectar os cabos de potência e controlo do variador antigo
- Isolar com fita adesiva os fios de controlo que continuam a ter 24 V
- Realizar a montagem física do novo variador (furações, etc.)
- Ligar cabos de potência e controlo para o novo variador de acordo com as ligações estudadas
- Colocar a consola do novo variador num variador que contenha a programação necessária e fazer o respetivo *upload* da informação.

- *Download* do backup presente na consola para o novo variador
- Ligar energia (colocação de fusível)

Capítulo 6

Conclusões

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões finais deste trabalho.

6.1 - Conclusão

Torna-se impossível documentar detalhadamente todo o trabalhado realizado durante os seis meses de permanência na Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A. assim como fazer transparecer para este relatório todo o conhecimento que desta experiência se obteve.

No entanto, importa aqui salientar que com este trabalho se adquiriu um primeiro contacto com o panorama industrial percebendo as bases de funcionamento deste tipo de indústria. A complexidade dos processos de produção, as necessidades de uma gestão organizada e uma manutenção cuidada e eficiente puderam também ser observados.

Foi adquirido um vasto conhecimento na utilização de um programa de desenho elétrico, o EPLAN Electric P8, programa este muito utilizado no projeto de quadros de automação industrial.

Conhecimentos no âmbito da análise de quadros elétricos e instalações elétricas foram desenvolvidos. Inicialmente quando se tomou contacto com o trabalho sentiram-se dificuldade na identificação dos componentes que se encontravam no interior dos quadros elétricos. Ao longo do decorrer do trabalho questões como essa foram ultrapassadas. Apesar da formação base para a realização do trabalho ser da área de potência foi feito um esforço no sentido de aprender as bases fundamentais da área de controlo que permitissem realizar o trabalho eficientemente.

Tomou-se ainda contacto com diversos equipamentos tais como variadores de frequência onde inclusive se participou numa montagem.

O trabalho não se limitou apenas à análise dos quadros elétricos e sua documentação mas foram também desenvolvidas outras vertentes de trabalho. A realização da base de dados levou ao levantamento de informações relativas a motores e variadores que proporcionou o contacto com estes equipamentos e consequentemente um conhecimento sobre os mesmos. A criação do “Manual da Máquina de Impregnar Zell” obrigou a entender o complexo processo produtivo da máquina Zell levando a um conhecimento aprofundado sobre esta. A atividade de identificação dos componentes da máquina complementou o trabalho realizado nos esquemas pois com a sua atualização as numerações de cabos e equipamentos foram alteradas e/ou acrescentadas. Se esse trabalho não fosse feito de nada valia atualizar os esquemas pois no campo não seria possível visualizar corretamente o que estava documentado.

A necessidade de manter a informação organizada e atualizada, como por exemplo, esquemas elétricos de máquinas, torna-se fundamental nas indústrias para que se possam identificar problemas rapidamente e proceder à sua resolução num curto espaço de tempo. As ações de manutenção exigem muitas vezes a consulta de esquemas elétricos e se estes não se encontrarem atualizados dificultará esse processo.

O trabalho foi assim útil na medida em que proporcionou para o estagiário um processo contínuo de aprendizagem em ambiente industrial e para a empresa a realização de trabalho que no futuro trará decerto mais-valias ao seu funcionamento.

6.2 – Trabalhos futuros

Como trabalho futuro será importante manter os esquemas elétricos atualizados nomeadamente quando se efetuam alterações na máquina e nos respetivos quadros elétricos. Uma vez que existe agora uma versão digital dos esquemas será de evitar os “rascunhos” em papel e por sua vez realizar a atualização diretamente nos ficheiros EPLAN que a ITA agora possui. Assim, como já foi referido anteriormente, processos de manutenção serão realizados de forma mais eficiente permitindo às equipas de manutenção o acesso a informação atualizada e organizada.

A atualização dos esquemas elétricos dos restantes “Quadros Pequenos da Zell” que não houve tempo de realizar deverá ser um trabalho futuro para que dessa forma toda a instalação fique documentada e atualizada.

Uma correta identificação dos componentes da instalação deverá acompanhar sempre a atualização dos esquemas, como se fez neste trabalho, para que não existam diferenças da realidade da instalação para o que se encontra documentado.

De igual importância será a contínua atualização do “Manual da Máquina de Impregnar Zell” assim como da base de dados sempre que se efetua, por exemplo, a troca de um motor ou variador de frequência.

Por fim, importa referir que esta iniciativa deve ser vista como um exemplo a seguir no meio industrial. As indústrias como a ITA realizam diversas alterações nas suas instalações elétricas devido a constantes atualizações nos processos produtivos. A realização dessas alterações deve ser sempre acompanhada da sua respetiva documentação para que exista sempre conhecimento do estado atual da instalação por parte de quem nela atua.

Referências

[1] Auditoria Energética: Indústria Têxtil do Ave S.A., Auditene, Janeiro 2012

[2] Manual de Acolhimento, Continental – Indústria Têxtil do Ave S.A., 2012

[3] Esquema das etapas de fabrico de tela "Cordfabric". Disponível em http://restosdecoleccao.blogspot.pt/2013/02/industria-textil-do-ave-sa.html. Acesso em Março de 2013.

[4] Antigo "Manual da Zell", M. Campos, 1998

[5] Documentation Winder Unit with OP177B Panel, Benninger, 2006

[6] Esquemas Elétricos da Máquina Zell, Benninger Zell GmbH; GBE – Elektrotechnik GmbH, 1998;2002;2004

[7] "O que é um PLC (autómato)?", Centro de Formação da Schneider Electric Portugal, 2008

[8] Norma IEC 60671/EN60617 Símbolos Gráficos para Esquemas, António M. S. Francisco, 2003

[9] Catalogue Safety Switches Preventa XCS, Telemecanique

[10] EPLAN Electric P8 Manual de Iniciação, EPLAN, Julho de 2012

[11] EPLAN Electric P8 Reference Handbook, Bernd Gischel

[12] "User's Manual" variadores de frequência ABB, ABB

[13] Control Cables - CY, SY and YY Control Cables. Disponível em http://www.controlcable.co.uk/. Acesso em Março de 2013.

Anexo A – Troca de *email's* para obtenção de ficheiros EPLAN

WG: Continental ITA Portugal EPLAN Drawing Zell
joachim.barth to: hugo.vieira 02-04-2013 07:57

Von: Beutler Karsten 1255
Gesendet: Donnerstag, 28. März 2013 11:36
An: Barth Joachim 1132
Betreff: AW: Continental ITA Portugal EPLAN Drawing Zell

Hallo,
Eplan21 will bei mir auch nicht, ich hab mal die alten 5.70 Dateien drangehangen, vielleicht hilft das.

Freundliche Grüsse

Karsten Beutler
Engineering Hardware

Benninger Automation GmbH
Schopfheimerstrasse 89
79669 Zell i.W., Germany
T +49 7625 131 255
F +49 7625 131 288

karsten.beutler@benningergroup.com
www.benningergroup.com

Sitz der Gesellschaft: Zell i.W.
Registergericht Amtsgericht Freiburg HRB 708983
UST-Id-Nr.: DE 285 556 574
Geschäftsführer: Carmen Hayoz, Jürgen Zäh

Von: Barth Joachim 1132
Gesendet: Mittwoch, 27. März 2013 14:21
An: Beutler Karsten 1255
Cc: Hiss Andreas 1195
Betreff: WG: Continental ITA Portugal EPLAN Drawing Zell

Hallo Karsten,

ich glaube das ist für dich...

Liebe Grüße

Joachim

Von: Hugo Vieira [mailto:hugo.vieira@conti.de]
Gesendet: Mittwoch, 27. März 2013 13:19
An: Barth Joachim 1132
Betreff: Continental ITA Portugal EPLAN Drawing Zell

Dear Eng. Joachim Barth,

I'm updating the EPLAN Drawings from the Zell machine we have at Continental ITA (Lousado - Portugal) because we made some modifications over the years.

I need to update the drawing number 3 627 049 38 (Modernization Dipping unit ITA).

I have some files in EPLAN 21 but when I try to convert them to EPLAN Electrical P8 it gives me an error that makes it impossible to me.

This drawing is from 1999 and if you can find it and send it to me in a version that I can open or convert It will help me a lot.

Attached to this email I sent the EPLAN 21 files I have and a part of the printed drawing.

Com os melhores cumprimentos / Best regards

Hugo Vieira

Departamento de Engenharia / Engineering Department

Indústria Textil do Ave, S.A.
E-mail: hugo.vieira@conti.de
www.conti-online.com

Indústria Textil do Ave, S.A.
Rua Vereador António José da Costa, 200 / 4764 – 601 LOUSADO / PORTUGAL
NIF – PT 500.138.265 / Capital Social € 8.550.000 / Conserv. Registo Comercial V. Nova Famalicão nº 74

----
 ita.zip

Anexo B – Proposta recebida para as identificações (Quadrimar)

POS.	DESIGNAÇÃO	QUANT.	UNIT.	P.UNT.	TOTAL
	ITA				
	Industria Têxtil do Ave				
	Fornecimento de equipamentos conforme parte escrita.				
1	**ETIQUETAS – ZELL**				
1.1	Fornecimento de etiquetas em trafolite e poliemida, incluindo gravações e acessórios de fixação, de acordo com os elementos fornecidos por V/Exas.	1	Conj		
				Total:	**134,00 €**